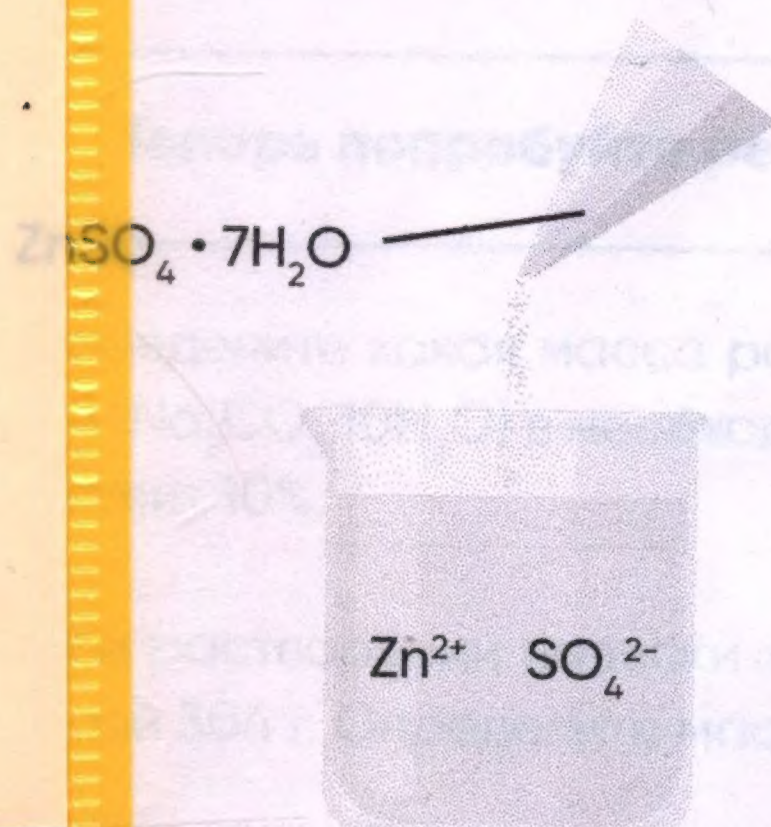


33 задача. Последовательное добавление веществ. Кристаллогидраты.

Задание 1 (КИМ 33)

При растворении в воде **57,4 г** цинкового купороса ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) получили **20%**-ный раствор соли. К полученному раствору добавили **14,4 г** магния. После завершения реакции к полученной смеси прибавили **292 г 25%**-ного раствора хлороводородной кислоты. Определите массовую долю кислоты в образовавшемся растворе. (Процессами гидролиза пренебречь.)

Кристаллогидраты



При растворении в воде **57,4 г** цинкового купороса ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) получили **20%**-ный раствор соли.

из n (количество вещества)

$$n(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 57,4 \text{ г} / 287 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль} = n(\text{ZnSO}_4)$$

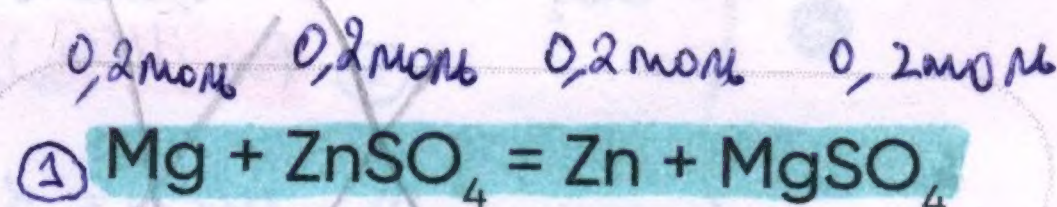
$$m(\text{SO}_4) = 0,2 \cdot 161 = 32,2 \text{ г}$$

$$m(\text{SO}_4) = 20\%$$

$$m(\text{раствора}) = 32,2 \text{ г} / 0,2 = 161 \text{ г}$$

из массы

	Масса соли	Масса воды	Масса кристаллогидрата
М:	161	126	287
также:	X	Y	57,4



$$n(\text{Mg})_{\text{исх}} = \frac{14,4 \text{ г}}{24 \text{ г/моль}} = 0,6 \text{ моль}$$

осталось

$$\begin{cases} n_{\text{ост}}(\text{Mg}) = 0,6 \text{ моль} - 0,2 \text{ моль} = 0,4 \text{ моль} \\ n(\text{Zn}) = 0,2 \text{ моль} \\ n(\text{MgSO}_4) = 0,2 \text{ моль} \end{cases}$$

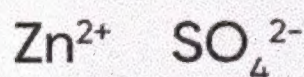
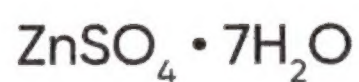
Решение

33 задача. Последовательное добавление веществ. Кристаллогидраты.

Задание 1 (КИМ 33)

При растворении в воде **57,4 г** цинкового купороса ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) получили **20%**-ный раствор соли. К полученному раствору добавили **14,4 г** магния. После завершения реакции к полученной смеси прибавили **292 г 25%**-ного раствора хлороводородной кислоты. Определите массовую долю кислоты в образовавшемся растворе. (Процессами гидролиза пренебречь.)

Кристаллогидраты



При растворении в воде **57,4 г** цинкового купороса ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) получили **20%**-ный раствор соли.

Способ 1

Через n (количество вещества)

$$n(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 57,4 \text{ г} / 287 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль} = \sqrt{(\text{ZnSO}_4)}$$

$$m(\text{ZnSO}_4) = 0,2 \cdot 161 = 32,2 \text{ г}$$

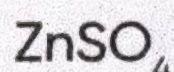
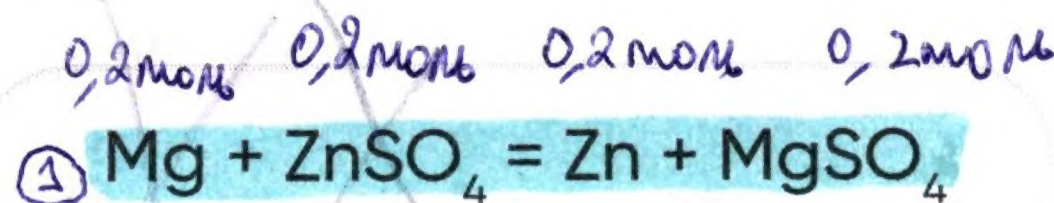
$$\omega(\text{ZnSO}_4) = 20\%$$

$$m \text{ раствора} = 32,2 \text{ г} / 0,2 = 161 \text{ г}$$

Способ 2

Через массы

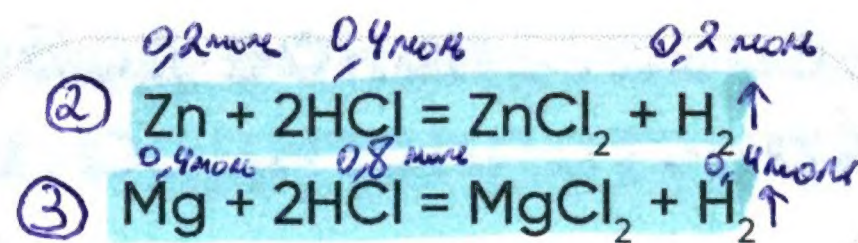
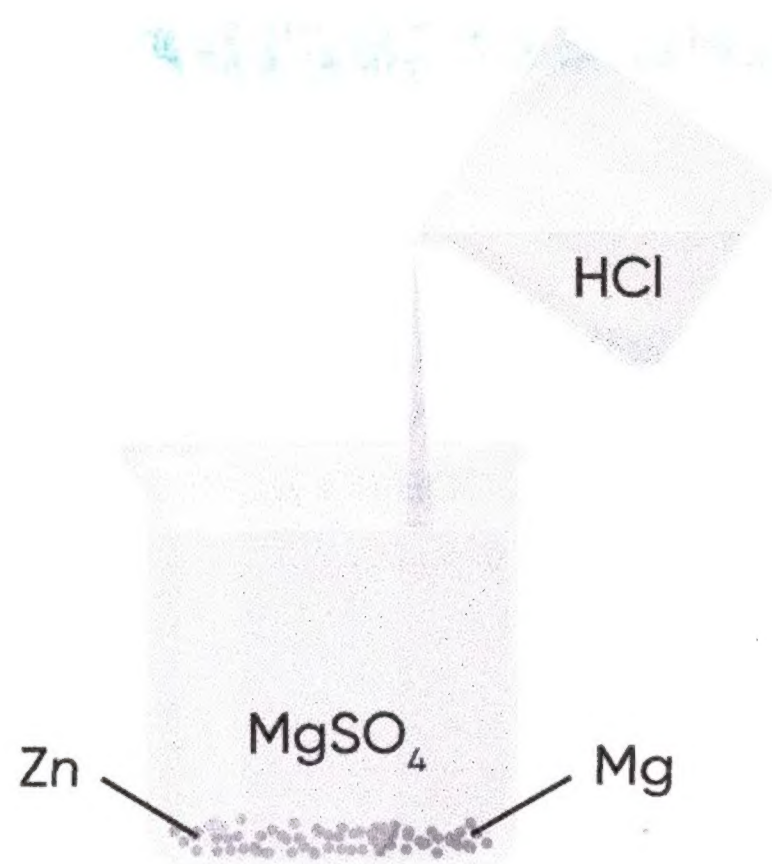
	Масса соли	Масса воды	Масса кристаллогидрата
$M:$	161	126	287
также:	X	Y	57,4



осталось

$$\begin{cases} \sqrt{(\text{Mg})} = \frac{14,4 \text{ г}}{24} = 0,6 \text{ моль} \\ \sqrt{(\text{Zn})} = 0,2 \text{ моль} \\ \sqrt{(\text{MgSO}_4)} = 0,2 \text{ моль} \end{cases}$$

$\sqrt{(\text{Mg})}_{\text{ост}} = 0,6 \text{ моль} - 0,2 \text{ моль} = 0,4 \text{ моль}$



$$m_{\text{мисх}}(\text{HCl}) = 292 \cdot \frac{25\%}{100\%} = 73 \text{ г}$$

$$n_1(\text{HCl}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n_2(\text{HCl}) = 0,8 \text{ моль}$$

$$n_{\text{прореаг}}(\text{HCl}) = 0,4 + 0,8 = 1,2 \text{ моль}$$

$$m_{\text{прореаг}}(\text{HCl}) = 1,2 \cdot 36,5 = 43,8 \text{ г}$$

$$m_{\text{ост}}(\text{HCl}) = 73 - 43,8 = 29,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 161 \text{ г} + 14,4 \text{ г} + 292 \text{ г} - 1,2 \text{ г} = 466,2 \text{ г}$$

$$n_1(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль}; n_2(\text{H}_2) = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow n_{\text{всего}}(\text{H}_2) = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ моль}$$

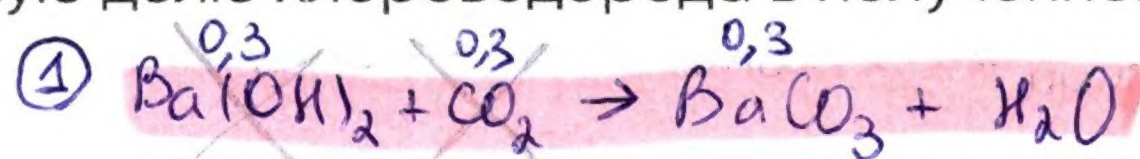
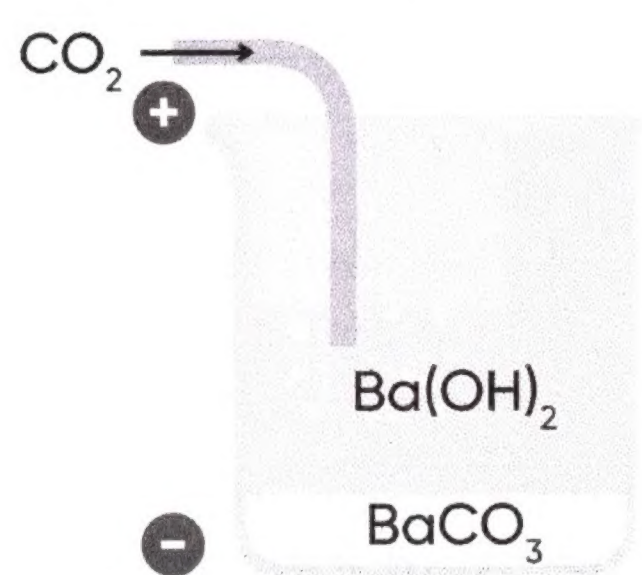
$$m_{\text{всего}}(\text{H}_2) = 0,6 \cdot 2 = 1,2 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{ост}}(\text{HCl}) = \frac{29,2}{466,2} \cdot 100\% = 6,3\%$$

Ответ: 6,3%

Задание 2 (КИМ 33)

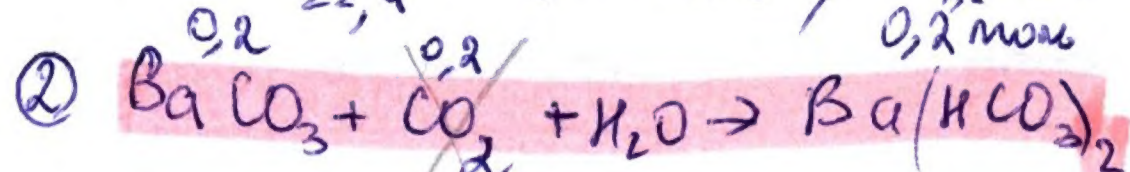
Через 10%-ный раствор гидроксида бария массой 513 г пропустили 11,2 л углекислого газа (н.у.). Выпавший осадок отделили, а к оставшемуся раствору прилили 292 г 10% раствора соляной кислоты. Найдите массовую долю хлороводорода в полученном растворе.



$$m_{\text{мисх}}(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 513 \cdot 0,1 = 51,3 \text{ г}$$

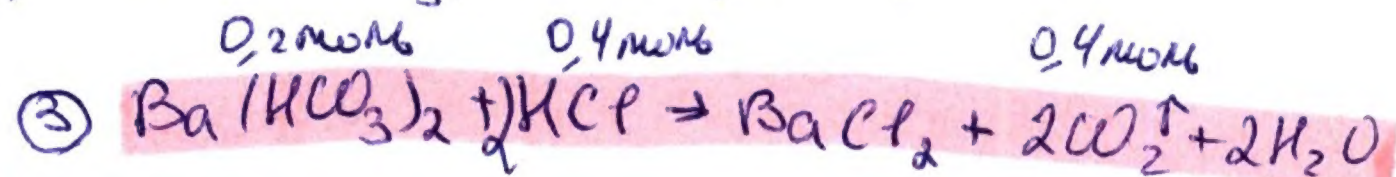
$$n_{\text{мисх}}(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 51,3 / 171 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{11,2 \text{ л}}{22,4} = 0,5 \text{ моль}; m(\text{CO}_2) = 0,5 \cdot 44 = 22 \text{ г}$$



$$n_1(\text{CO}_2) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow n_2(\text{CO}_2) = 0,5 - 0,3 = 0,2 \text{ моль}$$

$$\left. \begin{array}{l} n_1(\text{BaCO}_3) = 0,3 \text{ моль} \\ n_2(\text{BaCO}_3) = 0,2 \text{ моль} \end{array} \right\} \Rightarrow n_{\text{ост}}(\text{BaCO}_3) = 0,3 - 0,2 = 0,1 \text{ моль}$$



$$m_{\text{мисх}}(\text{HCl}) = 292 \cdot 0,1 = 29,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{прореаг}}(\text{HCl}) = 0,4 \cdot 36,5 = 14,6 \text{ г}$$

$$m_{\text{ост}}(\text{HCl}) = 29,2 - 14,6 = 14,6 \text{ г}$$

$$m_{\text{ост}}(\text{BaCO}_3) = 0,1 \cdot 197 = 19,7 \text{ г}$$

$$n_3(\text{CO}_2) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m_3(\text{CO}_2) = 0,4 \cdot 44 = 17,6 \text{ г}$$

Масса раствора

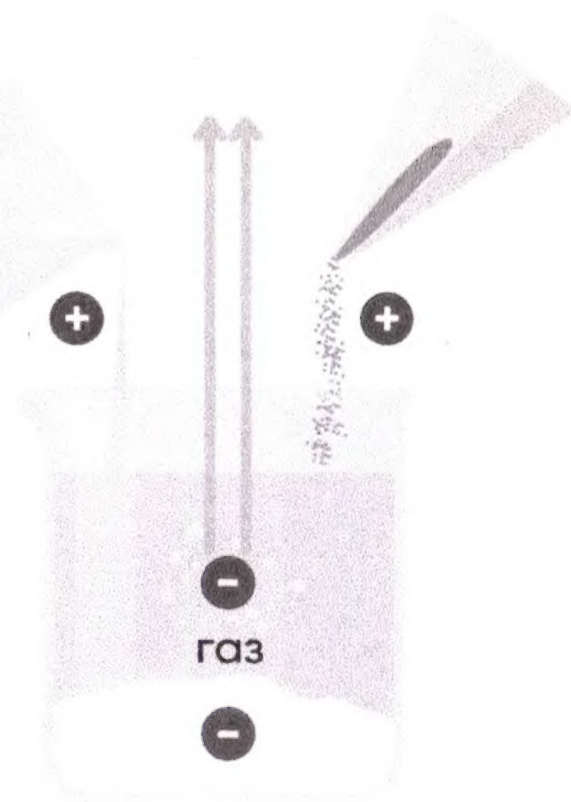
m (раствора):

- + всё, что добавили (включая газы, они имеют массу)
- осадки, газы

$$m_{p-pa} = 513,2 + 22 + 292 - 19,72 - 17,62 = 789,72$$

$$w_{\text{сол}}(\text{HCl}) = \frac{14,62}{789,72} \cdot 100\% = 1,85\%$$

Ответ: 1,85%



Теперь попробуйте решить 5 задач (любым методом). Потом сверяйтесь с ответами!

1. Определите какая масса раствора (в граммах) получится при растворении 114,4 г кристаллической соды ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) в необходимом количестве воды, если массовая доля соли в полученном растворе составит 10%.
2. При растворении навески железного купороса ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) в воде получили 10%-ный раствор соли массой 304 г. Определите массу (в граммах) взятого железного купороса.
3. Для приготовления 20%-ного раствора соли взяли навеску гексагидрата хлорида магния, содержащего 75,6 г воды. Какой объем воды (в мл) взяли при приготовлении раствора?
4. Определите массу (в граммах) кристаллогидрата $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, которую нужно взять для приготовления 277,5 г 12%-го раствора хлорида кальция.
5. Навеску медного купороса массой 15 г растворили в 305 г воды. Определите массовую долю (в %) соли в полученном растворе.

Ответы:

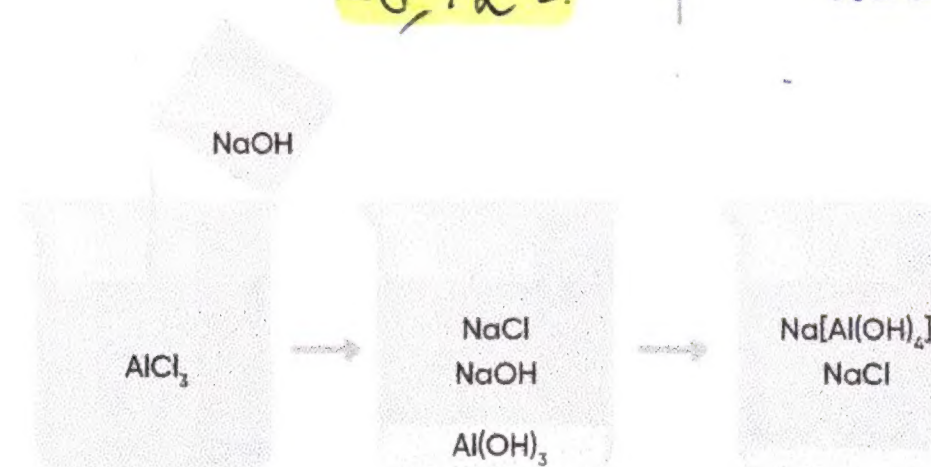
- ✓ 1. 424
- ✓ 2. 55,6
- 3. 190,4
- ✓ 4. 44,1
- ✓ 5. 3

ПРО-вебинар

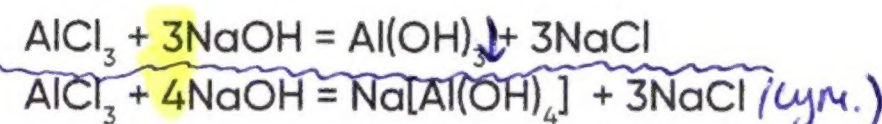
Задание 1 (КИМ 33)

Растворимость хлорида алюминия при некоторой температуре составляет **48,06 г** на **100 мл** воды. Насыщенный при данной температуре раствор хлорида алюминия массой **296,12 г** смешали с **8%-ным** раствором гидроксида натрия массой **1200 г**. Полученный осадок отделили, а через оставшийся раствор пропустили **8,96 л** (при н.у.) углекислого газа (растворением углекислого газа в воде пренебречь). Вычислите массовую долю (в%) углеродсодержащей соли в конечном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

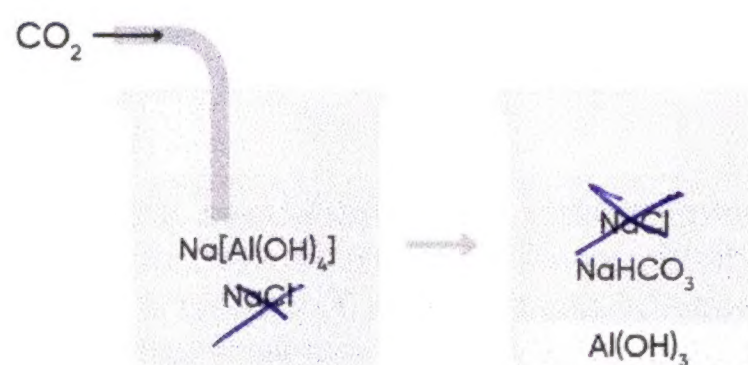
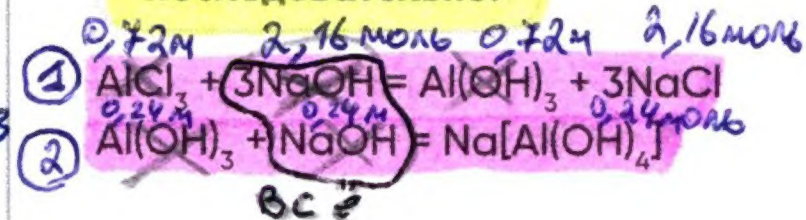
Масса вещества (г)	Масса воды (г)	Масса раствора (г)
48,06 з.	+	100 з.
		= 148,06 з.
96,12 з.	+	200 з.
		= 296,12 з.



Реакции:



Последовательно:



$\nu(\text{CO}_2) = \frac{8,96}{22,4} = 0,4 \text{ моль}$
 $\nu(\text{Na[Al(OH)}_4]) = 0,24 \text{ моль}$

$0,24:0,4$
 $\text{Na[Al(OH)}_4] : \text{CO}_2$

$m(\text{AlCl}_3) = \frac{48,06 \cdot 296,12}{148,06} = 96,12 \text{ з.}$
 $\nu(\text{AlCl}_3) = \frac{96,12}{133,5} = 0,72 \text{ моль}$
 $m(\text{NaOH}) = 1200 \cdot 0,08 = 96 \text{ з.}$

$\nu(\text{NaOH}) = \frac{96}{40} = 2,4 \text{ моль}$

$0,72:2,4$
 $\text{AlCl}_3 : \text{NaOH}$
 $1 : 3,33$ — промежуточное

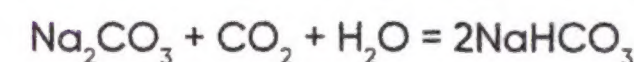
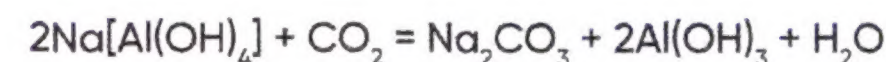
$\nu_1(\text{NaOH}) = 2,16 \text{ моль}$

$\nu_2(\text{NaOH}) = 2,4 - 2,16 = 0,24 \text{ моль}$

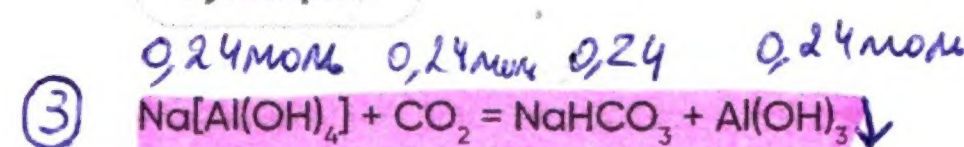
$\nu_{\text{ост}}(\text{Al(OH)}_3) = 0,72 - 0,24 = 0,48 \text{ моль}$

$m_{\text{ост}}(\text{Al(OH)}_3) = 0,48 \cdot 78 = 37,44 \text{ з.}$
 $m_{\text{р-ра}} = 1200 + 296,12 - 37,44 = 1458,68 \text{ з.}$

Последовательно:



Суммарно:



③

$\nu(\text{NaHCO}_3) = 0,24 \text{ моль}$

$m(\text{NaHCO}_3) = 0,24 \cdot 84 = 20,16 \text{ з.}$

$m_3(\text{CO}_2) = 0,24 \cdot 44 = 10,56 \text{ з.}$

$\nu_3(\text{Al(OH)}_3) = 0,24 \cdot 78 = 18,72 \text{ з.}$

$m_{\text{кон. р-ра}} = 1458,68 + 10,56 - 18,72 = 1450,52 \text{ з.}$

$w(\text{NaHCO}_3) = \frac{20,16}{1450,52} \cdot 100\% = 1,39\%$

Отв: $w(\text{NaHCO}_3) = 1,39\%$

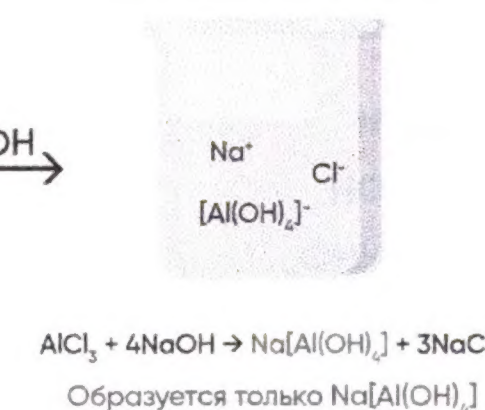
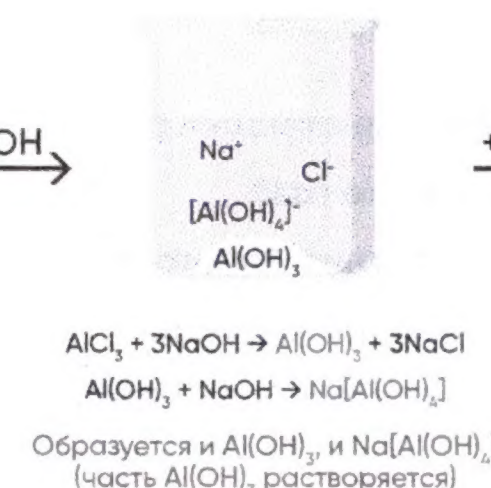
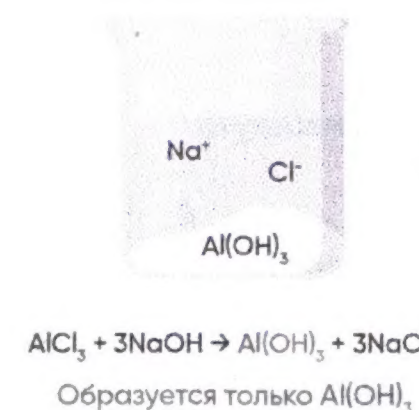
Обобщение

Соотношение
соли : щелочь
 $\text{AlCl}_3 : \text{NaOH}$

Избыток соли
соотношение
больше 1:3 (2:3...)

Соотношение
между 1:3 и 1:4

Избыток щелочи
соотношение
меньше 1:4 (1:5, 1:6 ...)



Задание 2 (КИМ 24)

Установите соответствие между двумя веществами и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вещества

- А. Cu и Fe_2O_3
Б. $\text{K}_2\text{S}_{(p-p)}$ и $\text{K}_2\text{SiO}_{3(p-p)}$
В. KCl и KF
Г. $\text{NaCl}_{(p-p)}$ и $\text{HCl}_{(p-p)}$

Реактив

1. Na_2SO_4
2. $\text{Zn}(\text{OH})_2$
3. HBr
4. NaI
5. $\text{KOH}_{(p-p)}$
6. AgNO_3

Ответ:

А	Б	В	Г
3	3	6	2

Задание 3 (КИМ 24)

Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Реагирующие вещества

- А. $\text{Ba}(\text{OH})_{2(p-p)}$ и $\text{HNO}_{3(p-p)} \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
Б. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ и $\text{HNO}_{3(p-p)} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
В. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и $\text{HCl}_{(p-p)} \rightarrow \text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Г. $\text{Ba}(\text{OH})_{2(p-p)}$ и $\text{H}_2\text{SO}_{4(p-p)} \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Признак реакции

1. образование белого осадка
2. образование бурого осадка
3. растворение осадка с образованием жёлтого раствора
4. растворение осадка с образованием голубого раствора
5. видимые признаки реакции отсутствуют

Ответ:

А	Б	В	Г
5	4	3	1

Задание 4 (КИМ 24)

Установите соответствие между двумя веществами и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вещества

- А. MgCl_2 и $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
Б. Na_2SO_3 и MgSO_4
В. Zn и Mg
Г. $\text{HCl}_{(p-p)}$ и $\text{HNO}_{3(p-p)}$

Реактив

1. $\text{NaBr}_{(p-p)}$
2. $\text{AgNO}_{3(p-p)}$
3. Al_2O_3
4. $\text{NaOH}_{(p-p)}$
5. $\text{CH}_3\text{COOK}_{(p-p)}$

Ответ:

А	Б	В	Г
2	4	4	2

Задание 5 (КИМ 24)

Установите соответствие между реагирующими веществами, взятыми в виде водных растворов, и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Реагирующие вещества

- А. MgCl_2 и NaOH
Б. $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и LiOH
В. $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ и HNO_3
Г. K_2CrO_4 и HNO_3

Признак реакции

1. изменение окраски раствора на оранжевую
2. выделение газа
3. образование белого осадка
4. растворение осадка
5. изменение окраски раствора на жёлтую

Ответ:

А	Б	В	Г
3	5	2	1

Задание 6 (КИМ 24)

Установите соответствие между реагирующими веществами, взятыми в виде водных растворов, и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вещества

- А. MgCl_2 и MgSO_4
Б. NaCl и NH_4Cl
В. KNO_3 и Na_2SO_4
Г. K_2SO_4 и Na_2SO_3

Реактив

1. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
2. NaNO_3
3. NaOH
4. KBr
5. HCl

Ответ:

А	Б	В	Г
1	3	1	3

Задание 7 (КИМ 6)

В одну из пробирок с раствором вещества **X** прилили раствор хлорида аммония, а через раствор в другой пробирке пропустили газ **Y**. В результате в первой пробирке наблюдали выделение бесцветного газа с резким запахом, а во второй пробирке – образование белого осадка. Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам **X** и **Y**.

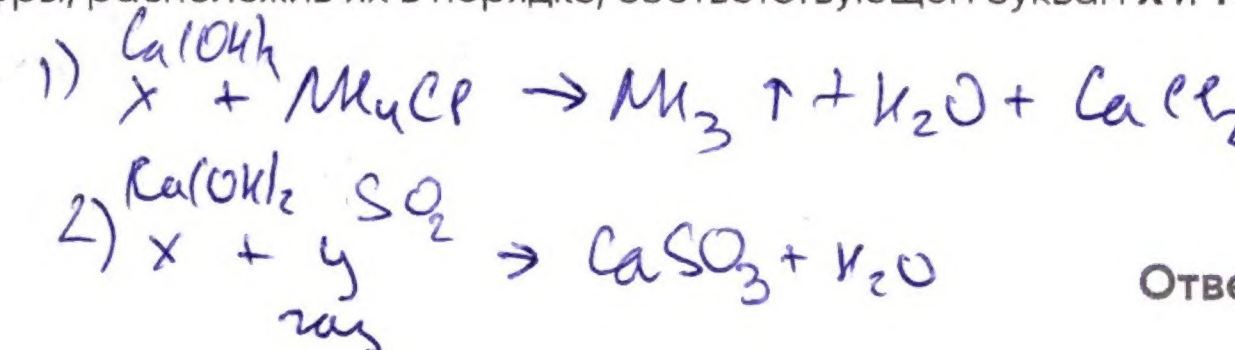
1. SO_2

2. $\text{Mg}(\text{OH})_2$

3. NO_2

4. KNO_3

5. $\text{Ca}(\text{OH})_2$



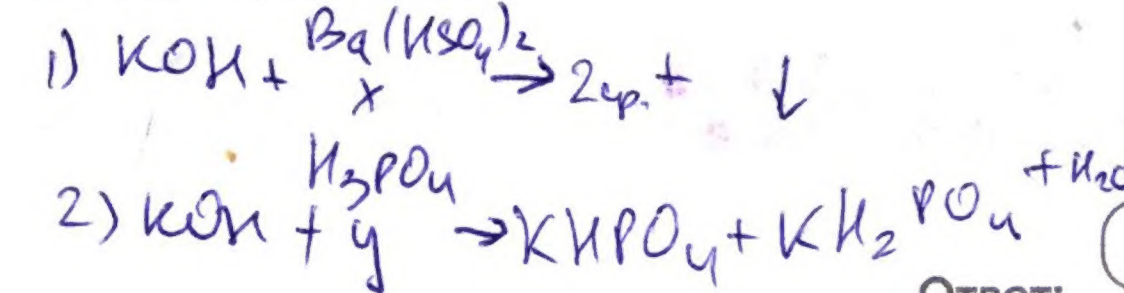
Ответ:

Х	Y
5	1

Задание 8 (КИМ 6)

В одну из пробирок с раствором гидроксида калия добавили вещество **X**, а в другую – раствор вещества **Y**. В результате в первой пробирке образовалось две средние соли и наблюдалось выпадение осадка белого цвета, а во второй – две кислые соли. Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам **X** и **Y**.

1. ортофосфорная кислота
2. нитрат меди (II)
3. гидросульфат бария
4. оксид азота (IV)
5. гидрокарбонат натрия



Ответ:

Х	Y
3	1

Задание 9 (КИМ 6)

Даны две пробирки с разбавленной серной кислотой. В первую пробирку добавили навеску твердого вещества **X**, в результате чего наблюдалось его полное растворение без выделения газа и образование окрашенного раствора. Во вторую добавили бинарное соединение **Y**, в результате чего образовался бесцветный газ с неприятным запахом. Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам **X** и **Y**.

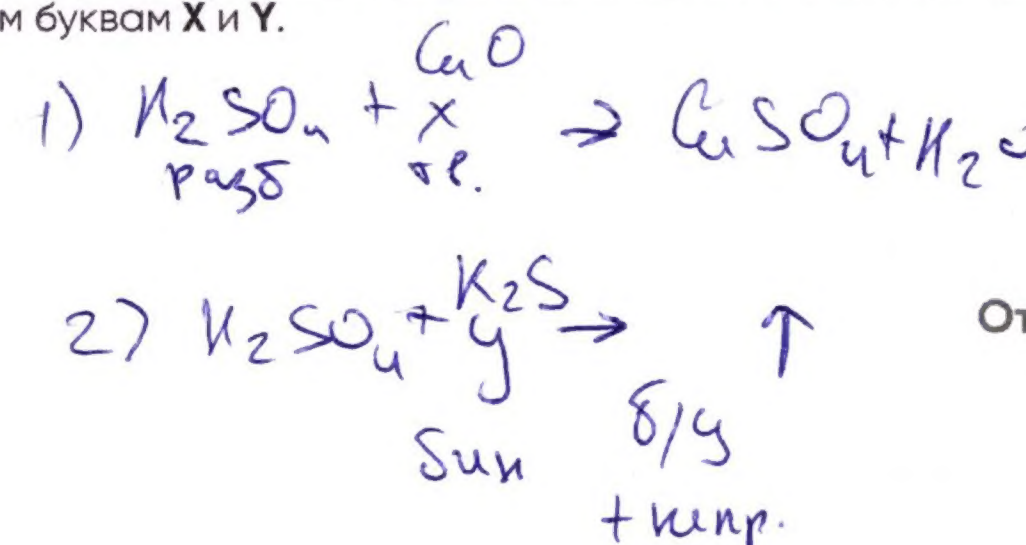
1. сульфид меди (III)

2. медь

3. оксид меди (II)

4. сульфид калия

5. сульфит кальция



Ответ:

Х	Y
3	4

Задание 10 (КИМ 6)

Даны две пробирки с раствором хлорида меди (II). В первую пробирку добавили раствор вещества **X**, в результате чего наблюдалось выпадение смеси двух осадков: тёмного и светлого. Во вторую пробирку добавили твердое вещество **Y** и наблюдалось образование осадка красновато-розового цвета. Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам **X** и **Y**.

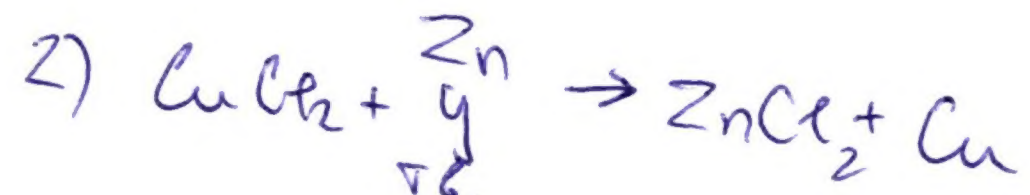
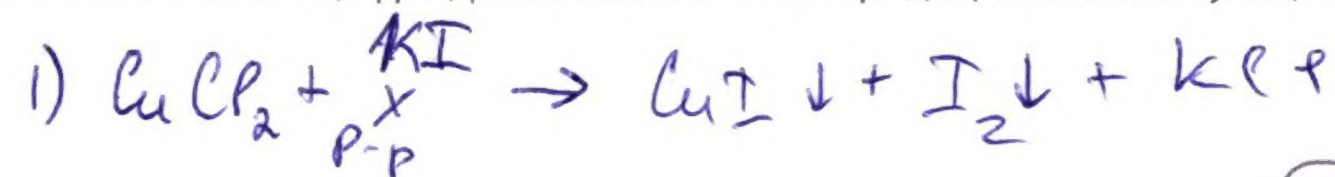
1. Zn

2. KI

3. Ag

4. $(\text{NH}_4)_2\text{S}$

5. Al_2O_3



Ответ:

X Y
2 1

Задание 11 (КИМ 6)

В одну из пробирок с осадком гидроксида цинка добавили сильную двухосновную кислоту **X**, а в другую – раствор вещества **Y**. В результате в каждой из пробирок наблюдали растворение осадка. Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам **X** и **Y**.

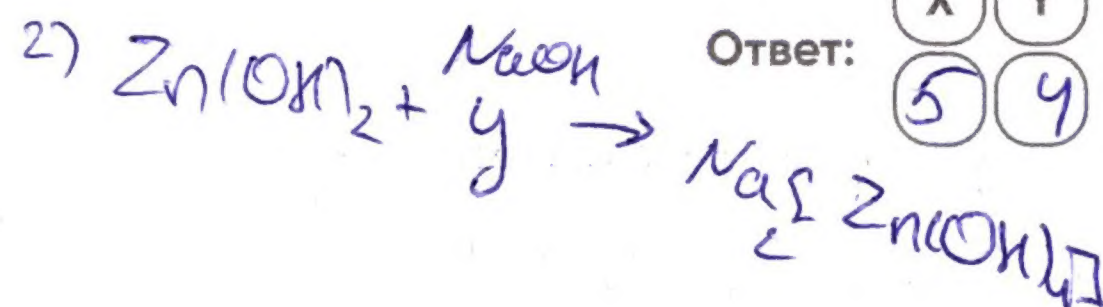
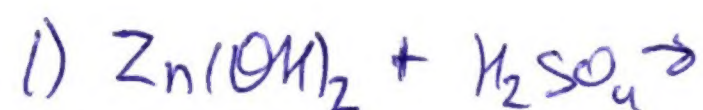
1. йодоводородная кислота HF

2. гидросульфит натрия NaHSO_3

3. сероводородная кислота H_2S

4. гидроксид натрия NaOH

5. серная кислота H_2SO_4



Ответ:

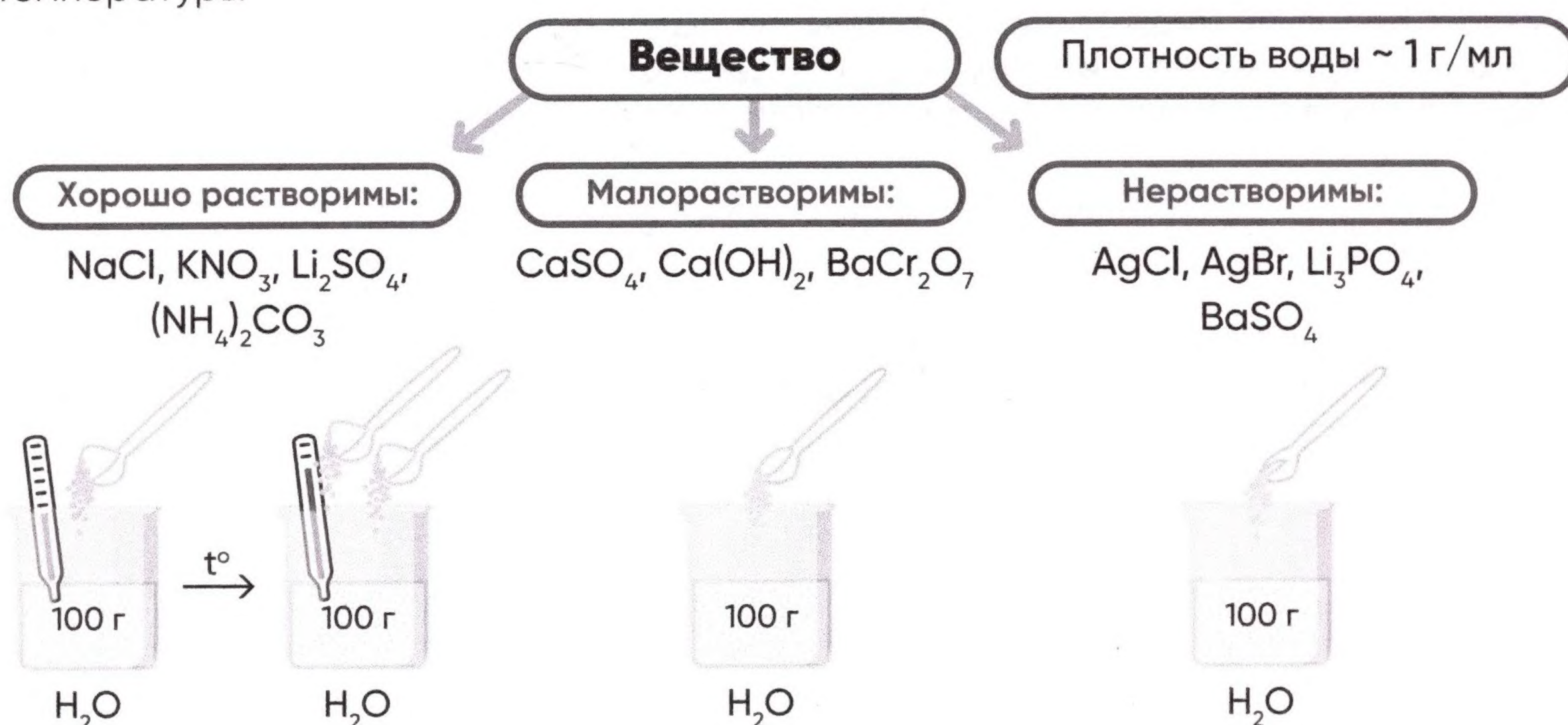
X Y
5 4

Задание 33: растворимость и неполное разложение

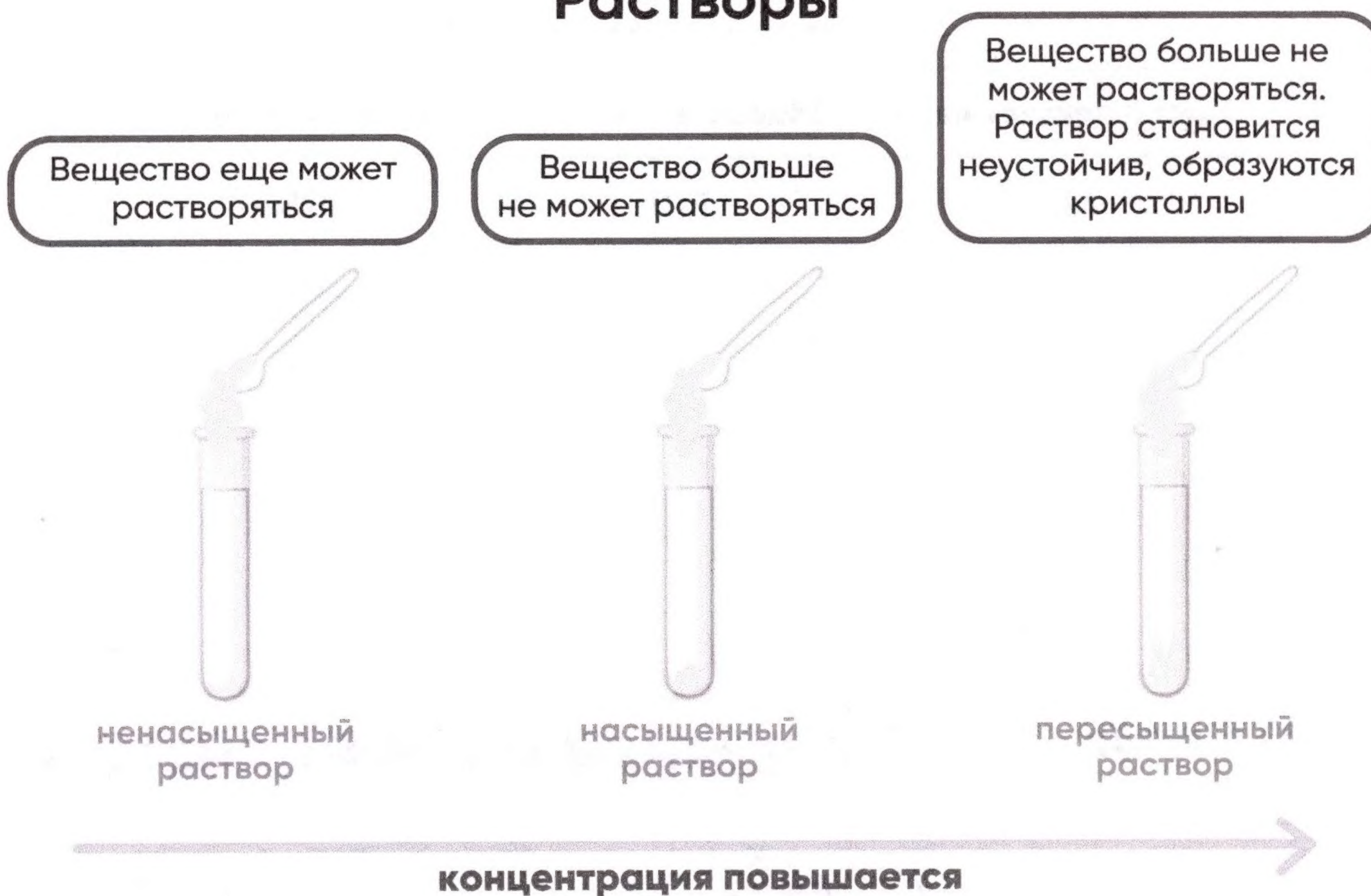
Растворимость вещества

Часто измеряется

- масса вещества в насыщенном растворе на **100 г** растворителя (воды)
- зависит от температуры



Растворы



Задание 1 (КИМ 33)

Растворимость безводного сульфита натрия при некоторой температуре составляет **25,2 г** на **100 г** воды. При этой температуре приготовили насыщенный раствор, добавив необходимое количество сульфита натрия к **300 мл** воды. Раствор разлили в две колбы. К раствору в первой колбе добавили избыток концентрированной азотной кислоты. При этом выделился бурый газ. К раствору во второй колбе добавили **300 г** раствора соляной кислоты, также взятой в избытке. При этом объём газа, выделившийся из второй колбы, оказался равен объёму газа, выделившемуся из первой колбы. (Объёмы газов измерены при одинаковых условиях). Определите массовую долю хлорида натрия в конечном растворе во второй колбе.

$$m(H_2O) = 300 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 300 \text{ г}$$

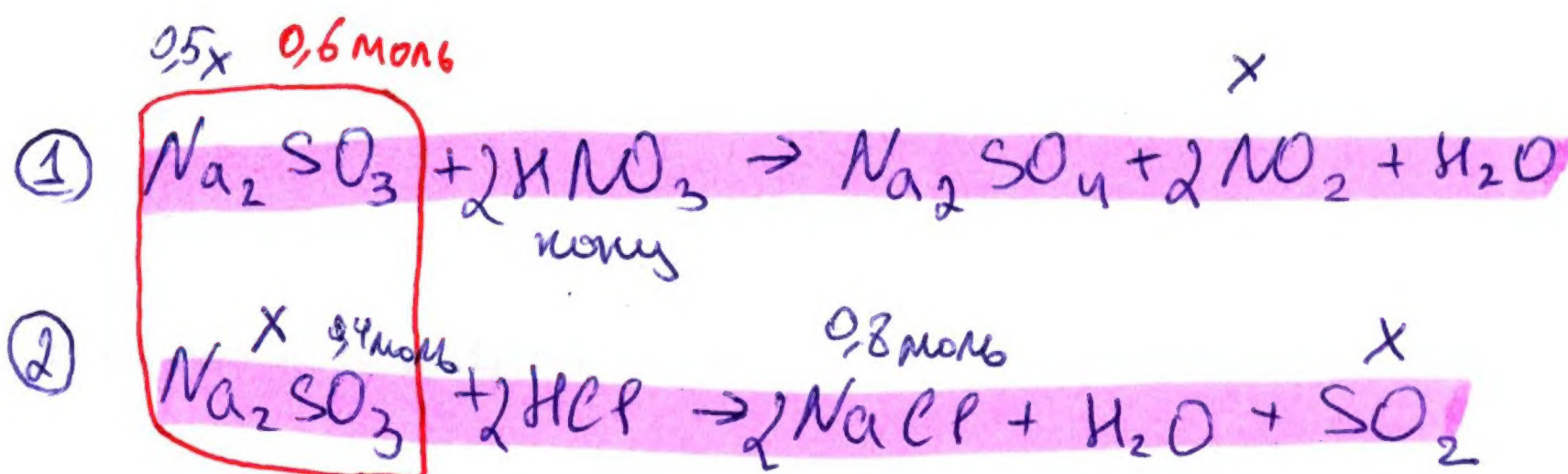
$$V_{\text{max}}(Na_2SO_3) = 75,6 / 126 = 0,6 \text{ моль}$$

Растворимость вещества

Плотность воды = 1 г/мл

	Масса вещества (г)	Масса воды (г)	Масса раствора (г)
по раствор.	25,2	100	125,2
наш раствор	75,6	300	375,6

Реакции (1 балл!):



$$\begin{aligned} V(NO_2) &= V(SO_2) \\ \downarrow \\ V(NO_2) &= V(SO_2) \end{aligned}$$

Пусть $V(NO_2) = x \text{ моль} \Rightarrow V(SO_2) = x \text{ моль}$

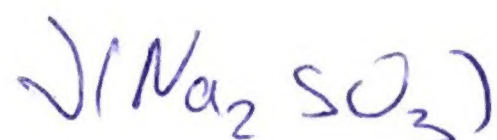
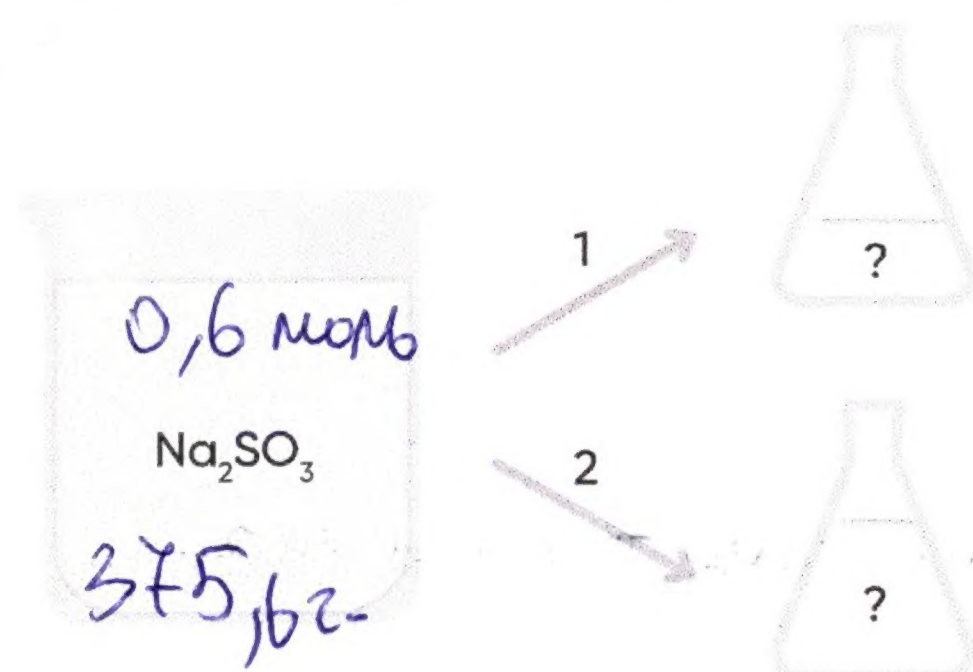
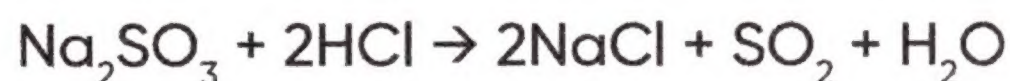
$$V_1(Na_2SO_3) = 0,5x \text{ моль}; V_2(Na_2SO_3) = x \text{ моль}$$

$$0,5x + x = 0,6$$

$$0,5x = 0,6$$

$$x = 0,4 \text{ моль} - V(NO_2), \text{ и } V(SO_2), \text{ и } V(Na_2SO_3)$$

$$m(Na_2SO_3) = 0,4 \cdot 126 = 50,4 \text{ г}$$



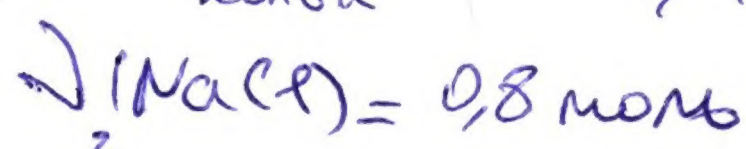
мр-ра

0,6 моль

375,6 г

0,4 моль

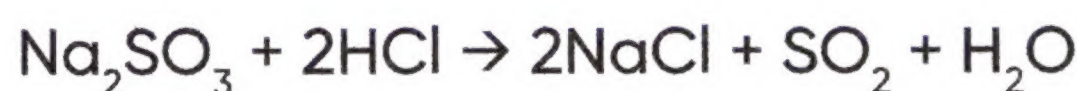
$\gamma(250,4)_2$ - во второй колбе



$$m_2(\text{NaCl}) = 0,8 \cdot 58,5 = 46,8 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = 375,6 \text{ г}$$

2-ая колба



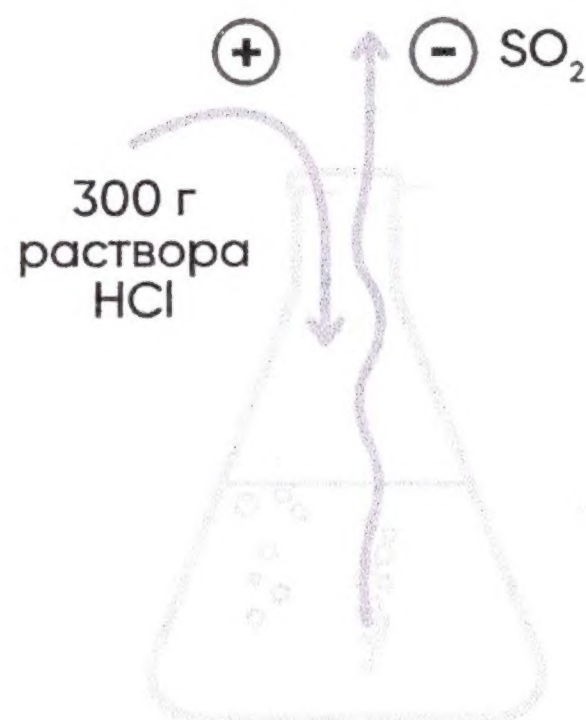
$$m_{\text{р-ра}} = 250,4 + 300 - 25,6 = 524,8 \text{ г}$$

$$m(\text{SO}_2) = 0,4 \cdot 64 = 25,6 \text{ г}$$

$$w =$$

$$\frac{46,8}{524,8} \cdot 100\% = 8,917\% = 8,92\%$$

$$w = \frac{46,8}{524,8} \cdot 100\% = 8,917\% = 8,92\%$$

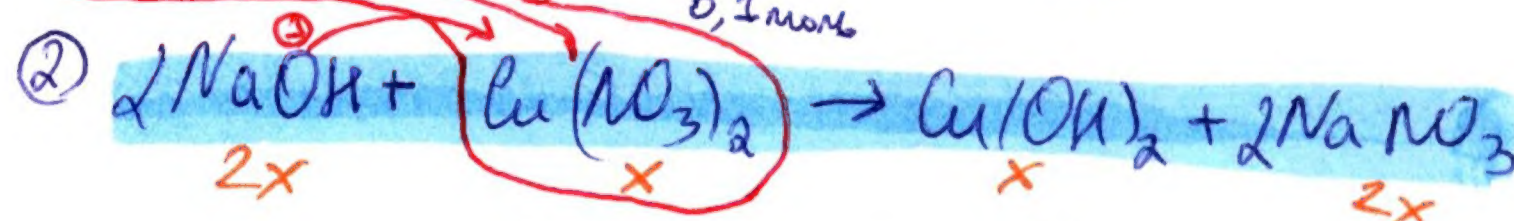
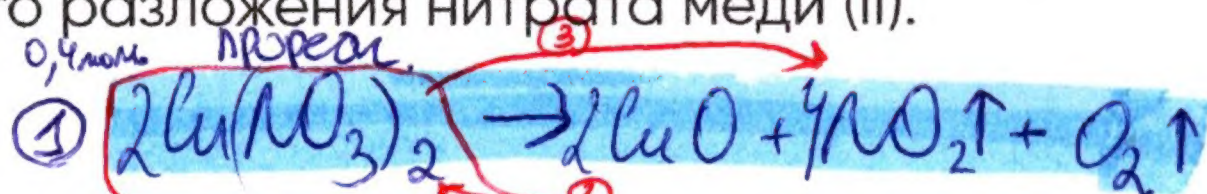


Отв. 8,92%

Задание 2 (КИМ 33)

При нагревании 94 г образца нитрата меди (II) часть вещества разложилась. Полученный твердый остаток добавили к 150 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. При этом образовался раствор с массовой долей гидроксида натрия 13,84%. Определите объем смеси газов (в пересчете на н.у.), выделившихся в результате частичного разложения нитрата меди (II).

1. Прокаливание



$$m_{\text{меш}}(\text{NaOH}) = 150 \cdot \frac{20}{100} = 30 \text{ г}$$

$$\sqrt{(\text{NaOH})} = 30 / 40 = 0,75 \text{ моль}$$

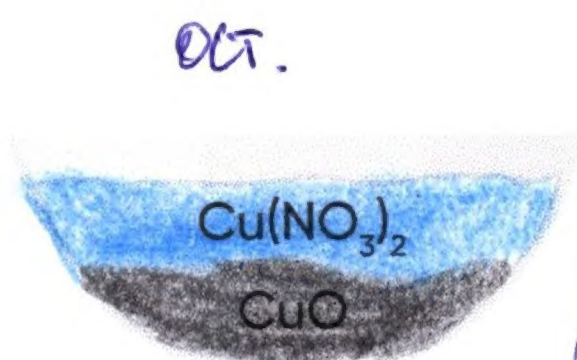
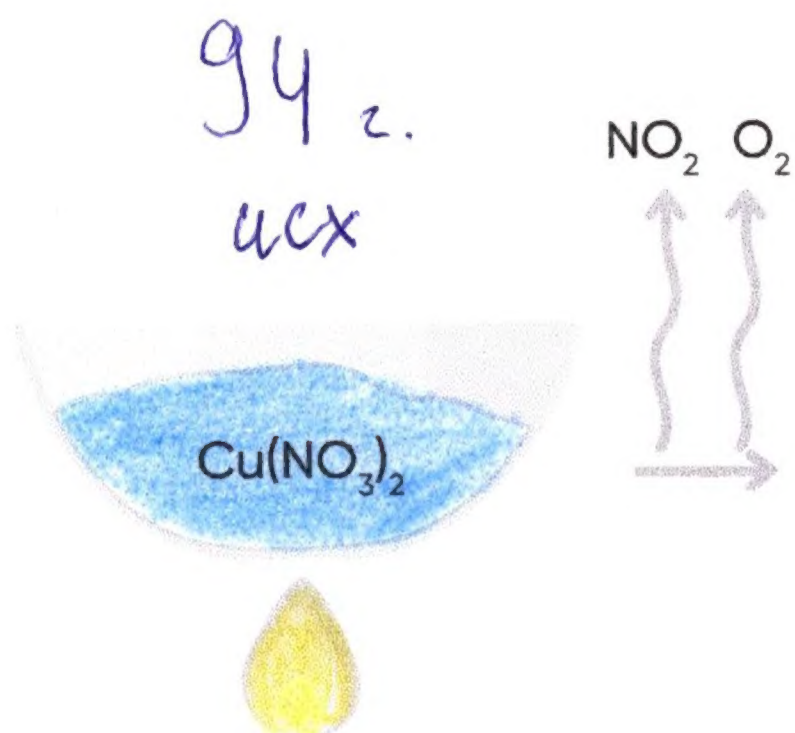
$$w = \frac{m_{\text{ост}}(\text{NaOH})}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$$

Пусть $\sqrt{2}(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = x \text{ моль}$; $\sqrt{\text{прокал}}(\text{NaOH}) = 2x \text{ моль}$

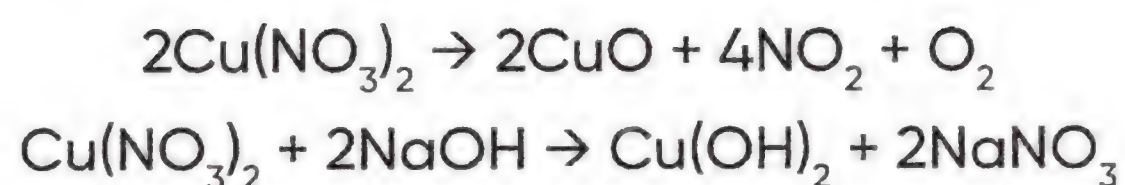
$$\sqrt{2}(\text{Cu}(\text{OH})_2) = x \text{ моль}$$

$$\sqrt{\text{ост}}(\text{NaOH}) = 0,75 - 2x \text{ моль}$$

$$m_{\text{ост}}(\text{NaOH}) = (0,75 - 2x) \cdot 40 = 30 - 80x \text{ г}$$



Реакции (1 балл!):



$$m_{\text{пр-ра}} = m_{\text{пр-ра}}(\text{NaOH}) + m_{\text{ост}}(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) - m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 150 + 188x - 98x = 150 + 90x$$

$$m_2(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = x \cdot 188 = 188x$$

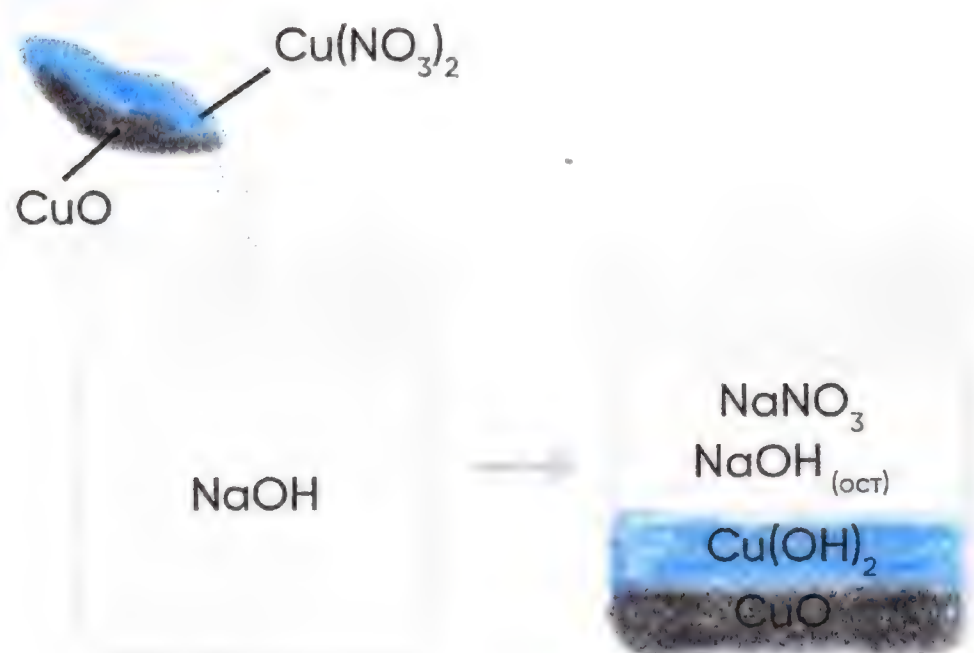
$$m_2(\text{Cu}(\text{OH})_2) = x \cdot 98 = 98x$$

$$13,84\% = \frac{30 - 80x}{150 + 90x} \cdot 100\% \Rightarrow 0,1384 = \frac{30 - 80x}{150 + 90x} = 20,76 + 12,456x = 30 - 80x$$

$$92,456x = 9,24$$

$$x = 0,1 \text{ моль}$$

2. Добавление к раствору щелочи



$$V_{\text{тех}}(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 94 / 188 = 0,5 \text{ моль}$$

$$V_1(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,5 - 0,1 = 0,4 \text{ моль}$$

$$V(\text{NO}_2) = 0,8 \text{ моль}; V(\text{O}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$V_{\text{обд}} = 0,8 + 0,2 = 1 \text{ моль}$$

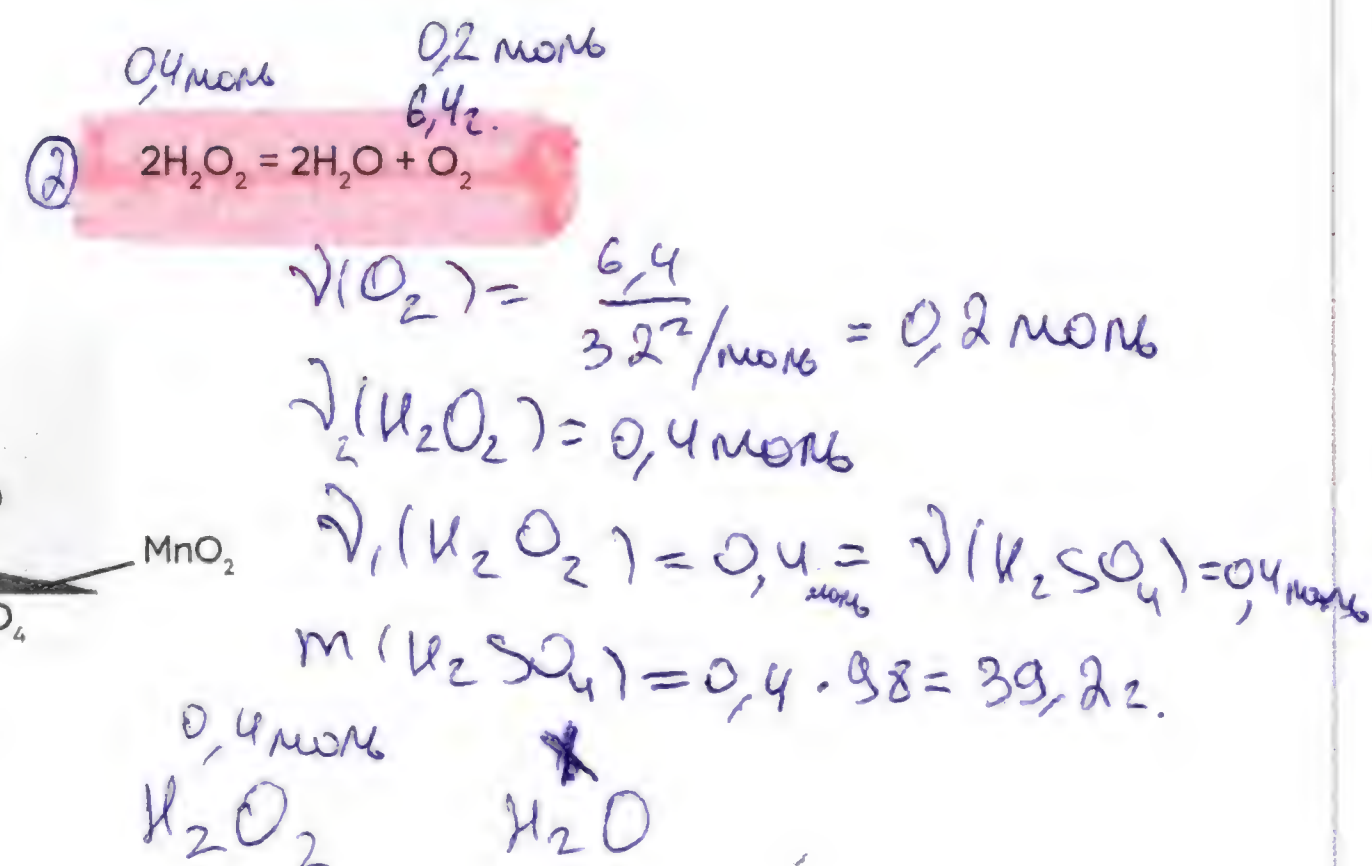
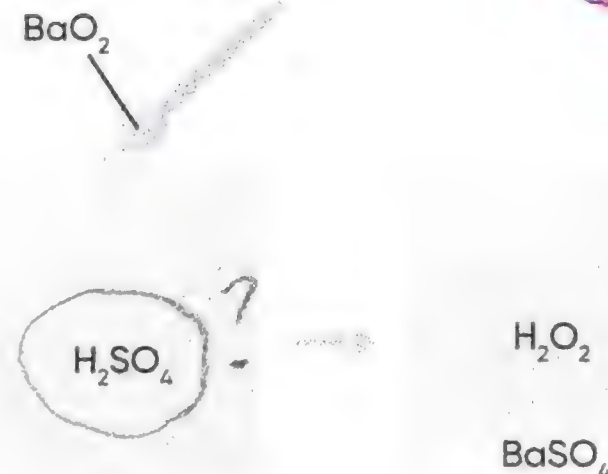
$$V_{\text{обд}} = 1 \cdot 22,4 = 22,4 \text{ л}$$

$$\text{Отв: } 22,4$$

Задача 33: мольное (атомное) соотношение

Задание 1 (33 КИМ)

В колбу с холодным раствором серной кислоты внесли пероксид бария, при этом оба вещества между собой прореагировали полностью. В образовавшемся растворе соотношение числа атомов водорода и атомов кислорода составило 9:5. Затем в колбу добавили каталитическое количество оксида марганца (IV). При этом произошла реакция, в результате которой масса раствора в колбе уменьшилась на 6,4 г. Вычислите массовую долю (в %) серной кислоты, которая содержалась в исходном растворе.



$$\frac{N(\text{H})}{N(\text{O})} = \frac{9}{5}$$

$$\frac{\nu(\text{H})}{\nu(\text{O})} = \frac{9}{5}$$

Пусть $\nu(\text{H}_2\text{O}) = x \text{ моль}$;

$$\nu(\text{H}) = 2x \text{ моль} - \text{в } \text{H}_2\text{O}$$

$$\nu(\text{O}) = x \text{ моль в } \text{H}_2\text{O}$$

$$\nu(\text{H}) = 0,8 \text{ моль в } \text{H}_2\text{O}_2$$

$$\nu(\text{O}) = 0,8 \text{ моль в } \text{H}_2\text{O}_2$$

$$\frac{2x + 0,8}{x + 0,8} = \frac{9}{5}$$

$$9x + 7,2 = 10x + 4$$

$$-x = -3,2$$

$$x = 3,2$$

$$\nu_{\text{сер}}(\text{H}_2\text{O}) = 3,2 \text{ моль}$$

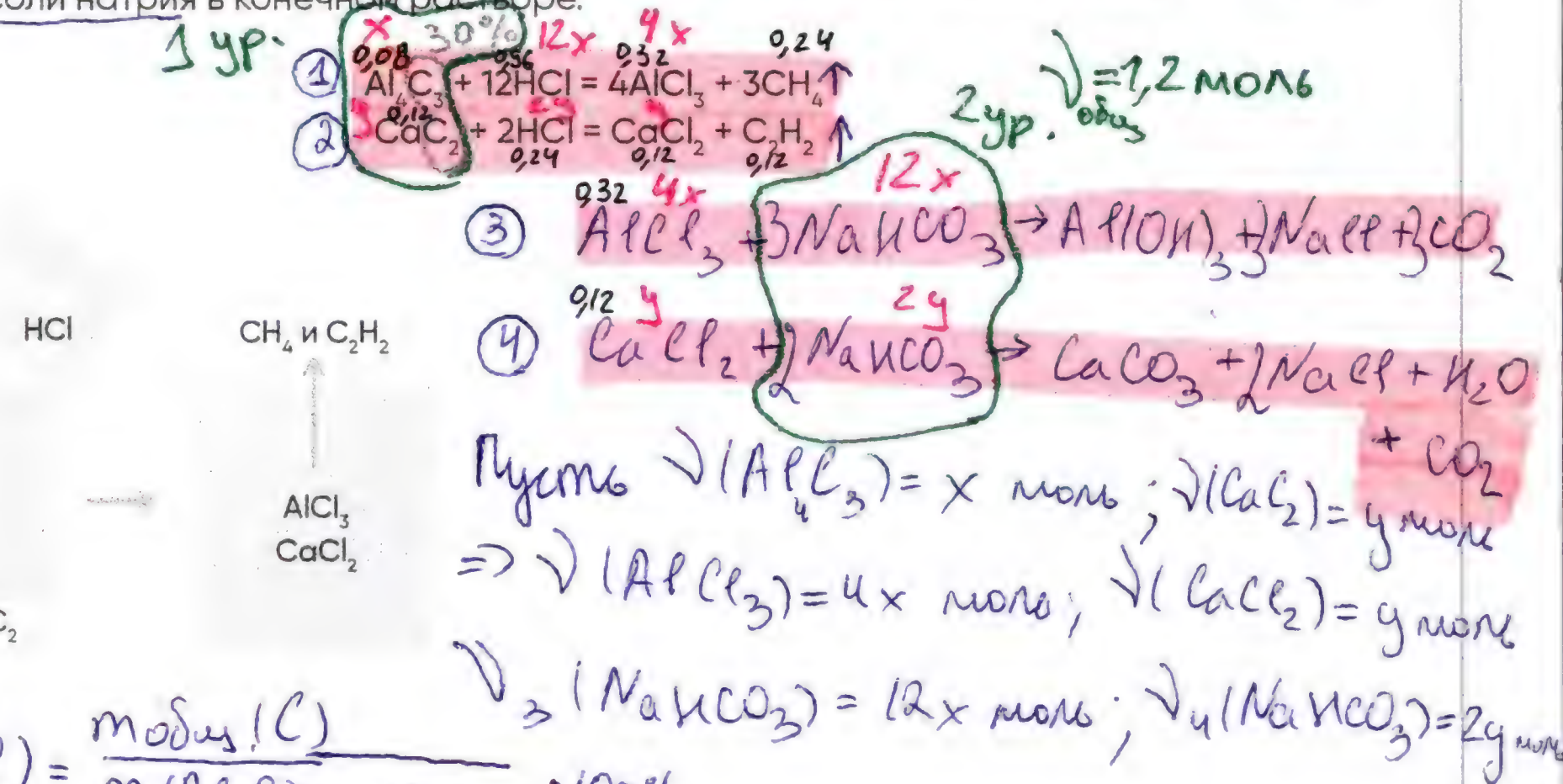
$$m_{\text{сер}}(\text{H}_2\text{O}) = 3,2 \cdot 18 = 57,6 \text{ г}$$

$$m_{\text{сер}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 39,2 + 57,6 = 96,8 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{39,2}{96,8} \cdot 100\% = 40,5\%$$

Задание 2 (33 КИМ)

Смесь карбида алюминия и карбида кальция, в которой массовая доля атомов углерода равна 30%, полностью растворили в 547,5 г соляной кислоты. При этом соляная кислота прореагировала без остатка. К образовавшемуся раствору добавили 1260 г 8%-ного раствора гидрокарбоната натрия до полного завершения реакции. Вычислите массовую долю (в %) кислоты в растворе, в котором растворили исходную смесь, а также массовую долю (в %) соли Натрия в конечном растворе.



$$\omega(\text{C}) = \frac{m_{\text{доб}}(\text{C})}{m(\text{Al}_4\text{C}_3) + m(\text{CaC}_2)} \cdot 100\%$$

$$m(\text{Al}_4\text{C}_3) = x \cdot 144 = 144x \text{ г}$$

$$m(\text{CaC}_2) = y \cdot 64 = 64y \text{ г}$$

$$\nu(\text{C}) = x \cdot 3 = 3x \text{ моль в } \text{Al}_4\text{C}_3$$

$$\nu(\text{C}) = y \cdot 2 = 2y \text{ моль в } \text{CaC}_2$$

$$\nu_{\text{доб}}(\text{C}) = 3x + 2y \text{ моль}$$

$$m_{\text{доб}}(\text{C}) = 12 \cdot (3x + 2y) = 36x + 24y \text{ г}$$

$$30\% = \frac{36x + 24y}{144x + 64y} \cdot 100\%$$

$$0,3 = \frac{36x + 24y}{144x + 64y}$$

$$43,2x + 19,2y = 36x + 24y$$

$$7,2x = 4,8y \quad | : 2,4$$

$$3x = 2y$$

$$2y = 3x$$

$$m_{\text{max}}(\text{NaHCO}_3) = 1260 \cdot \frac{8\%}{100\%} = 100,8 \text{ г}$$

$$\nu_{\text{max}}(\text{NaHCO}_3) = 100,8 / 84 = 1,2 \text{ моль}$$

$$\begin{cases} 12x + 2y = 1,2 & - 1260 \text{ г } 8\% \text{ р-ра} \\ 2y = 3x & - 30\% \end{cases}$$

$$\begin{cases} 12x + 3x = 1,2 \\ 2y = 3x \end{cases}$$

$$\begin{cases} 15x = 1,2 \\ 2y = 3x \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,08 \text{ моль} & - \nu(\text{Al}_4\text{C}_3) \\ 2y = 3x \end{cases}$$

$$2y = 3 \cdot 0,08$$

$$2y = 0,24$$

$$y = 0,12 \text{ моль} - \nu(\text{CaC}_2)$$

$$\nu(\text{HCl}) = 0,08 \cdot 12 = 0,96 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{AlCl}_3) = 0,08 \cdot 4 = 0,32 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{AlF}_3) = 0,08 \cdot 3 = 0,24 \text{ моль}$$

$$\nu_2(\text{HCl}) = 0,12 \cdot 2 = 0,24 \text{ моль}$$

$$\nu_2(\text{CaCl}_2) = 0,12 \text{ моль}$$

$$\nu_2(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,12 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CH}_4) = 0,24 \text{ моль}$$

$$\nu_3(\text{AlCl}_3) = 0,32 \text{ моль}$$

$$\nu_4(\text{CaCl}_2) = 0,12 \text{ моль}$$

$$\nu_3(\text{NaCl}) = 0,96 \text{ моль}$$

$$\nu_3(\text{Al(OH)}_3) = 0,32 \text{ моль}$$

$$\nu_3(\text{CO}_2) = 0,96 \text{ моль}$$

$$\nu_4(\text{CaCO}_3) = 0,12 \text{ моль}$$

$$\nu_4(\text{NaCl}) = 0,24 \text{ моль}$$

$$\nu_4(\text{CO}_2) = 0,12 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{общ}}(\text{HCl}) = 0,96 + 0,24 = 1,2 \text{ моль}$$

$$m_{\text{общ}}(\text{HCl}) = 1,2 \cdot 36,5 = 43,8 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{общ}}(\text{HCl}) = \frac{43,8}{547,5} \cdot 100\% = 8\%$$

$$\nu_{\text{общ}}(\text{NaCl}) = 0,96 + 0,24 = 1,2 \text{ моль}$$

$$m_{\text{общ}}(\text{NaCl}) = 1,2 \cdot 58,5 = 70,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = m(\text{Al}_4\text{C}_3) + m(\text{CaC}_2) + m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) + m_{\text{р-ра}}(\text{NaHCO}_3) -$$

$$- m(\text{Al(OH)}_3) - m(\text{CO}_2) - m(\text{CH}_4) - m(\text{C}_2\text{H}_2) - m(\text{CaCO}_3) - m_4(\text{CO}_2) =$$

$$= 11,52 + 7,68 + 547,5 + 1260 - 24,96 - 3,84 - 3,12 - 12 - 47,52 = 1735,26 \text{ г}$$

$$m(\text{CH}_4) = 0,24 \cdot 16 = 3,84 \text{ г}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,12 \cdot 26 = 3,12 \text{ г}$$

$$m(\text{Al(OH)}_3) = 0,32 \cdot 78 = 24,96 \text{ г}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,12 \cdot 100 = 12 \text{ г}$$

$$\nu_{\text{общ}}(\text{CO}_2) = 0,96 + 0,12 = 1,08 \text{ моль}$$

$$m_{\text{общ}}(\text{CO}_2) = 1,08 \cdot 44 = 47,52 \text{ г}$$

$$m(\text{Al}_4\text{C}_3) = 0,08 \cdot 144 = 11,52 \text{ г}$$

$$m(\text{CaC}_2) = 0,12 \cdot 64 = 7,68 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaCl}) = \frac{70,2}{1735,26} \cdot 100\% = 4,05\%$$

$$\text{Отв: } 8\%; 4,05\%$$

ПРО-вебинар

KHSO_4 — кислая среда

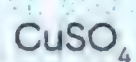
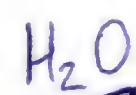
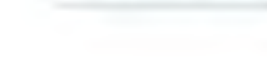
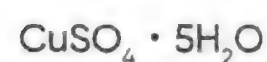
KHSO_4 — кислая среда

K_2HPO_4 — щелочная среда

KH_2PO_4 — кислая среда

Задание 1 (КИМ 33) ①

Навеску медного купороса массой 125 г, растворили в воде при этом получили раствор с соотношением атомов серы к атомам кислорода 1:84. После электролиза полученного раствора массовая доля ионов меди в растворе уменьшилась в 2,425 раза. К образовавшемуся раствору прилили 440 г 20%-ого раствора сульфида калия. Определите отношение количества вещества атомов кислорода к количеству вещества атомов серы в образовавшемся конечном растворе. Ответ дайте в виде числа с точностью до тысячных. (Промежуточные вычисления округляйте до четырех значащих цифр).



$$\nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{CuSO}_4) = \frac{125}{250} = 0,5 \text{ моль}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) = 0,5 \cdot 160 + 720 = 800 \text{ г}$$

$$\frac{N(\text{S})}{N(\text{O})} = \frac{1}{84} \quad \frac{\nu(\text{S})}{\nu(\text{O})} = \frac{1}{84} \cdot \frac{0,5}{1} = \frac{1}{84}$$

$$\nu(\text{S в CuSO}_4) = 0,5 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{O в CuSO}_4) = 2 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{O}) = 0,5 \cdot 84 = 42 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{O}) = \nu(\text{O в CuSO}_4) + \nu(\text{O в H}_2\text{O})$$

$$\nu(\text{O в H}_2\text{O}) = 42 - 2 = 40 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{O в H}_2\text{O}) = 40 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 40 \cdot 18 = 720 \text{ г}$$

$$\nu(\text{S}) = \frac{N(\text{S})}{N_{\text{a}}}$$

$$\nu(\text{O}) = \frac{N(\text{O})}{N_{\text{a}}}$$

$$\frac{N(\text{S})}{N_{\text{a}}} : \frac{N(\text{O})}{N_{\text{a}}} = \frac{N(\text{S})}{N(\text{O})}$$

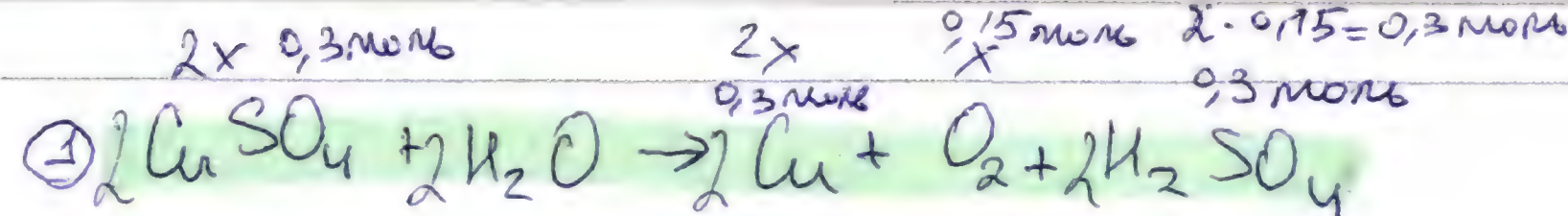
$$\omega(\text{Cu}^{2+}) = \frac{m(\text{Cu}^{2+})}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$$

$$m(\text{Cu}^{2+}) = 0,5 \cdot 64 = 32 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Cu}^{2+})_{\text{исх}} = \frac{32}{800} \cdot 100\% = 4\%$$

$$\omega(\text{Cu}^{2+})_{\text{ост}} = 4\% / 2,425 = 1,649\%$$

②



$$\text{Пусть } \nu(\text{O}_2) = x \text{ моль}; \nu(\text{CuSO}_4) = 2x \text{ моль};$$

$$\nu(\text{Cu}^{2+}) = 2x \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Cu}^{2+})_{\text{ост}} = 0,5 \text{ моль} - \nu(\text{Cu}^{2+})_{\text{р-ра}} = (0,5 - 2x) \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}^{2+}) = 64(0,5 - 2x) = 32 - 128x$$

$$m_{\text{р-ра}} = 800 - m(\text{Cu}) - m(\text{O}_2) = 800 - 2x \cdot 64 - x \cdot 32 = 800 - 160x$$

$$0,01649 = \frac{32 - 128x}{800 - 160x}$$

$$13,192 - 2,6384x = 32 - 128x$$

$$125,3616x = 18,808$$

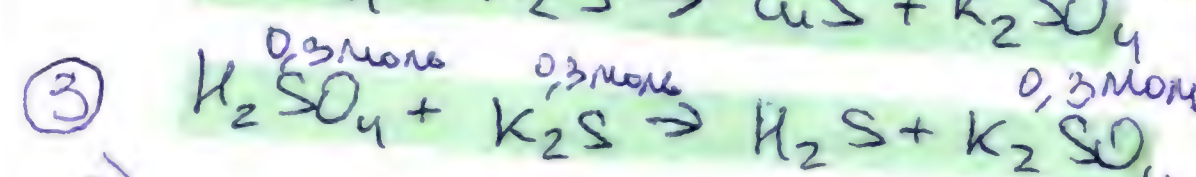
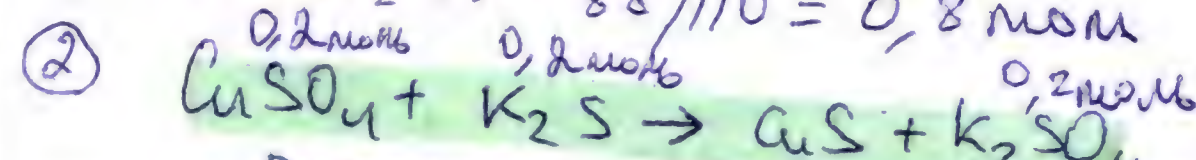
$$x = 0,15 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{ост CuSO}_4) = 0,5 - 0,3 = 0,2 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,3 \text{ моль}$$

$$m_{\text{исх}}(\text{K}_2\text{S}) = 440 \cdot \frac{20\%}{100\%} = 88 \text{ г}$$

$$\nu_{\text{исх}}(\text{K}_2\text{S}) = 88 / 110 = 0,8 \text{ моль}$$



$$\nu_{\text{ост}}(\text{K}_2\text{S}) = 0,8 - 0,5 = 0,3 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{ост K}_2\text{S}) = 0,8 - 0,5 = 0,3 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{O})_{\text{р-ра}} = \nu(\text{O в K}_2\text{SO}_4) + \nu(\text{O в H}_2\text{O}) = 64,2556 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{S})_{\text{р-ра}} = \nu(\text{S в K}_2\text{SO}_4) + \nu(\text{S в K}_2\text{S}) = 0,5 + 0,3 = 0,8 \text{ моль}$$

$$\nu_2(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,2 \text{ моль}; \nu_3(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,3 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{всего}}(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{O в K}_2\text{SO}_4) = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ моль}; \nu(\text{S в K}_2\text{S}) = 0,3 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{S в K}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ моль}; \nu(\text{O в H}_2\text{O}) =$$

$$\nu(\text{O}) = 42 + 19,556 - 0,3 = 61,2556 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 352 / 18 = 19,556 \text{ моль}$$

$$\frac{\nu(\text{O})}{\nu(\text{S})} = \frac{64,2556}{0,8} = 80,3195$$

$$\text{Отв: } 76,5695$$

Задание 2-4 (КИМ 1-3)

Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:

Na Be Cl Ba Al

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из указанных в ряду химических элементов выберите два, которые не имеют неспаренных электронов. Запишите в ответ номера выбранных элементов.

Ответ: 2 4

Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые находятся в одном периоде, и расположите их в порядке усиления кислотных свойств их высших гидроксидов. Запишите в ответ номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: 1 5 3

Из указанных в ряду химических элементов выберите два, которые образуют устойчивый положительный ион, содержащий 10 электронов. Запишите в ответ номера выбранных элементов.

Ответ: 1 5

Задание 5 (КИМ 4)

Из предложенного перечня выберите два вещества молекулярного строения. Запишите номера выбранных ответов.

1. сахароза
2. серная кислота
3. хлорид натрия
4. сульфат алюминия
5. этиловый спирт

Ответ: 3 4

Задание 6 (КИМ 5)

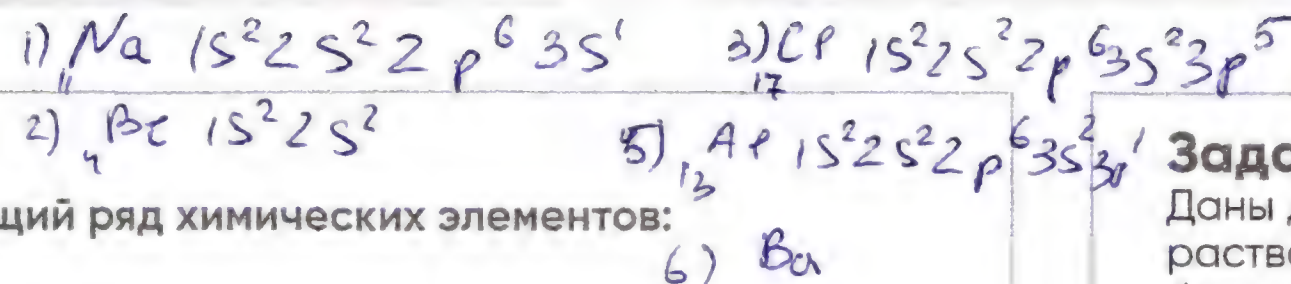
Среди предложенных классов веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите классы веществ, к которым относятся следующие вещества:

А) гидроксид хрома (III) Б) оксид хрома (VI) В) гидроксохлорид хрома (II)

Запишите в ответ номера ячеек, в которых расположены общие формулы, под соответствующими буквами.

Ответ: А Б В
7 9 6

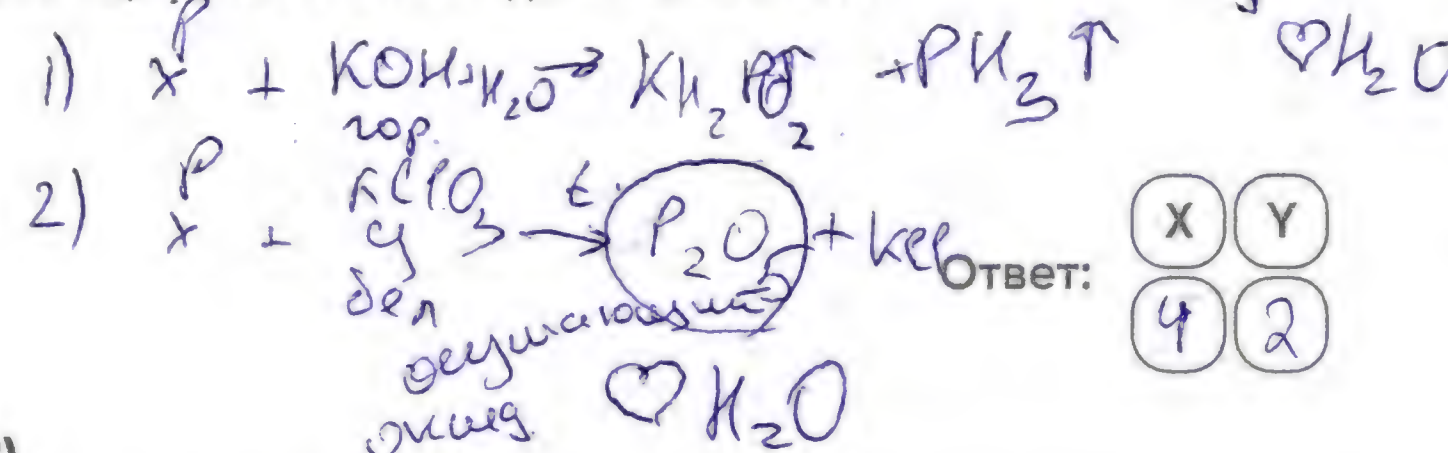
- | | | |
|-------------------------|---------------------|--------------------|
| 1. средняя соль | 2. основание | 3. кислая соль |
| 4. кислотный гидроксид | 5. основной оксид | 6. основная соль |
| 7. амфотерный гидроксид | 8. амфотерный оксид | 9. кислотный оксид |



Задание 7 (КИМ 6)

Даны две пробирки с веществом X. В первую пробирку добавили горячий концентрированный раствор щелочи, при этом наблюдалось выделение газа. Во вторую добавили неизвестное белое вещество Y и нагрели, при этом образовался крайне гигроскопичный продукт. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в ответ номера веществ X и Y в последовательности XY.

1. Al
2. KClO₃
3. I₂
4. P₄
5. MnO₂



Задание 8 (КИМ 7)

Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых оно может реагировать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите позицию, обозначенную цифрой. В ответ запишите номера выбранных ответов в соответствующей последовательности.

Формула вещества

Реагенты

- A. P
Б. SiO₂
B. Na₂CO₃
Г. Al₂(SO₄)₃

1. O₂, Ca, HNO₃
2. O₂, H₂, HCl
3. C, NaOH, HF
4. NaOH, BaCl₂, Na₂S
5. CaCl₂, HCl, H₂SO₄

Ответ: А Б В Г
1 3 5 4

Задание 9 (КИМ 8)

Установите соответствие между исходными веществами и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите позицию, обозначенную цифрой. В ответ запишите номера выбранных ответов в соответствующей последовательности.

Исходные вещества

Продукты

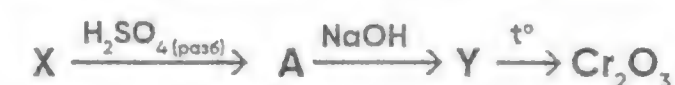
- A. FeS и H₂SO₄ (конц) $\xrightarrow{+2-2+6} Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 \uparrow + H_2O$
Б. Al₂O₃ и KOH (тв) $\xrightarrow{+3-3+6} KAlO_2 + H_2O$
B. FeS и H₂SO₄ (разб) $\xrightarrow{+2-2+6} FeSO_4 + H_2S \uparrow$
Г. Al₂O₃ и KOH (р-р) $\xrightarrow{+3-3+6} K[Al(OH)_4]$

1. FeSO₄, H₂S
2. K[Al(OH)₄]
3. Fe₂(SO₄)₃, SO₂, H₂O
4. KAlO₂, H₂O
5. K[Al(OH)₄], H₂
6. Fe₂(SO₄)₃, H₂S, H₂O

Ответ: А Б В Г
3 4 1 2

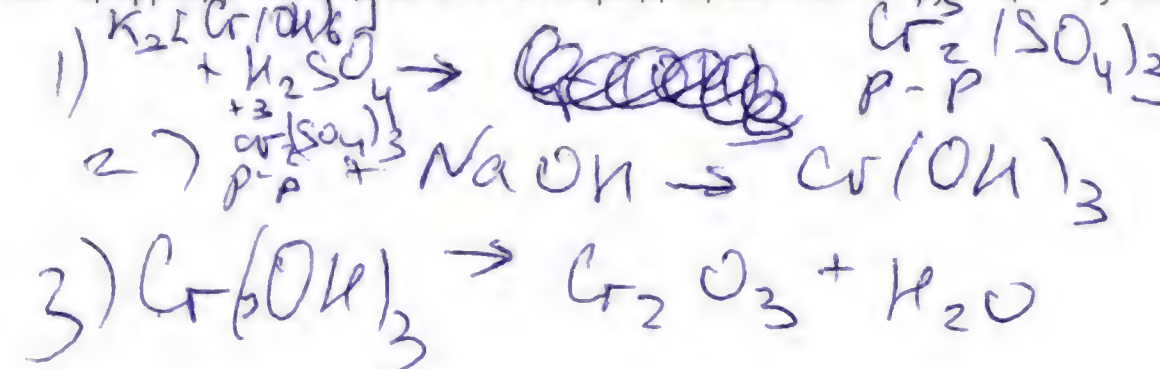
Задание 10 (КИМ 9)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам X и Y.

1. Cr₂(SO₄)₃
2. Cr(OH)₃
3. CrO
4. K₂[Cr(OH)₆]
5. Cr(OH)₃



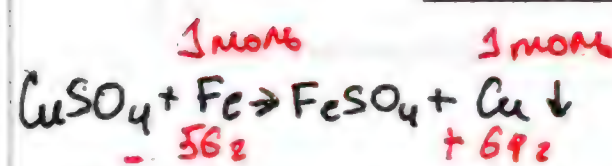
Ответ: X Y
4 5

Задача 33: пластинка

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

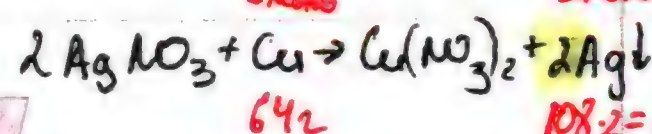
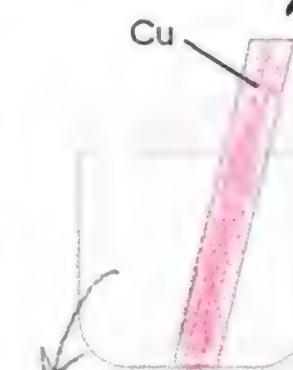
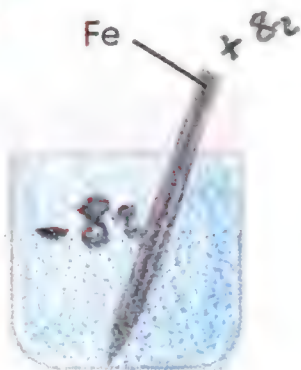
Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается →



м пластины
 $100 - 56 + 64 = 108$
 $\Delta m = 8 \text{ г}$

м р-ра:
 $350 + 56 - 64 = 342 \text{ г}$



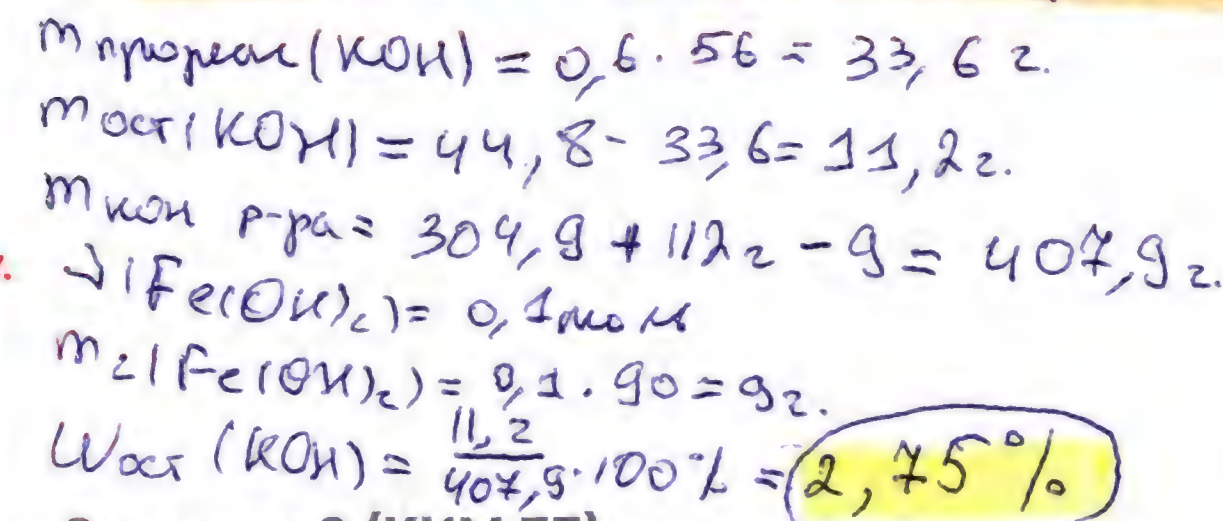
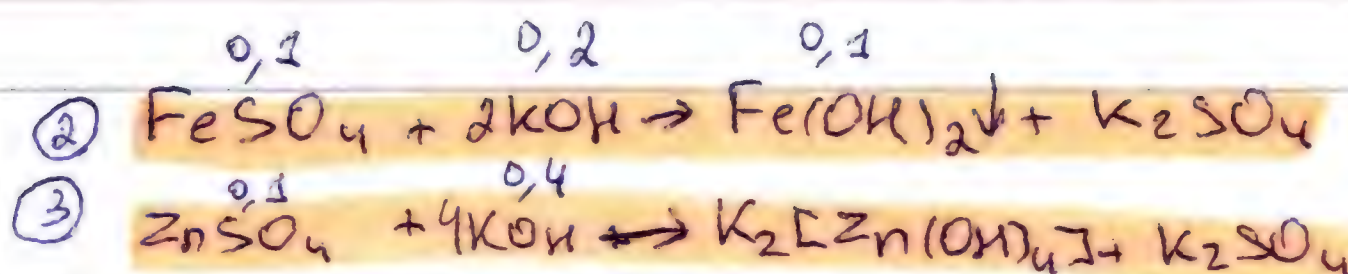
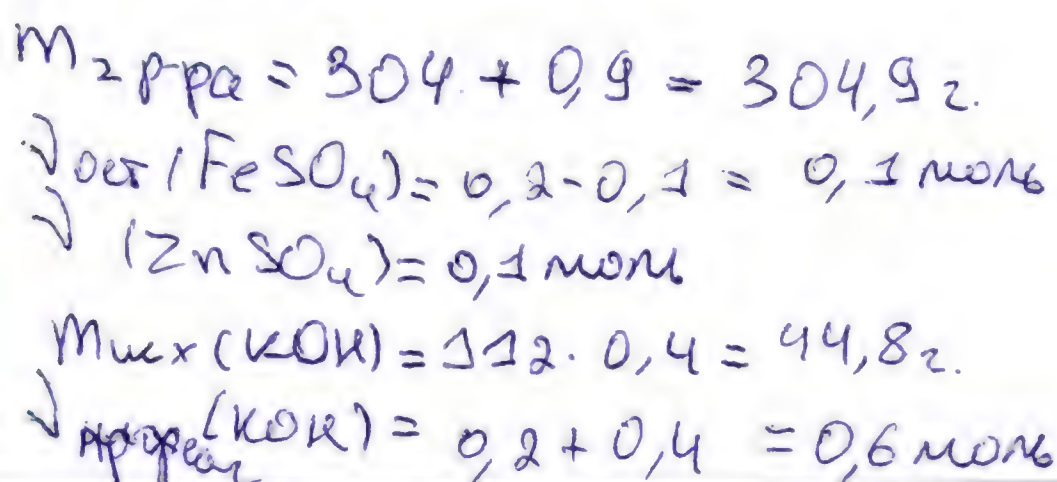
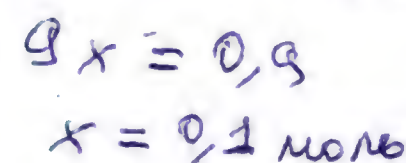
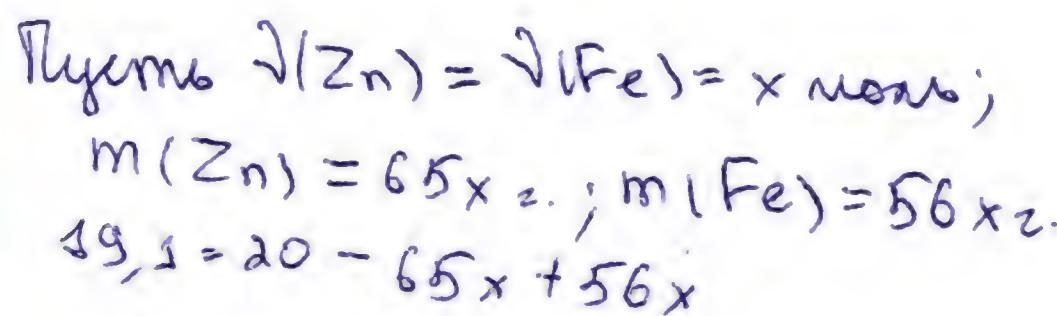
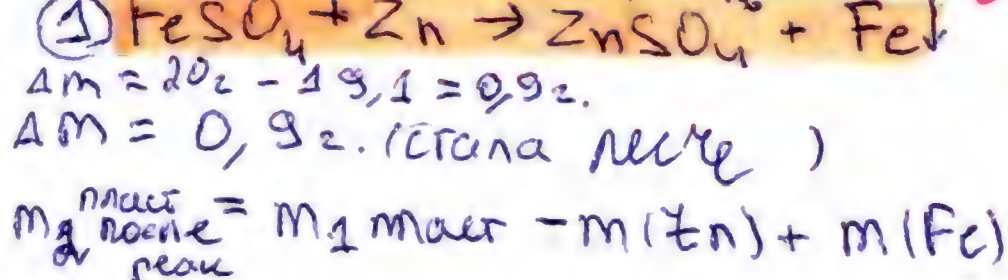
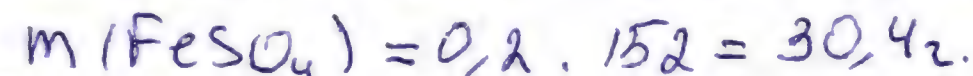
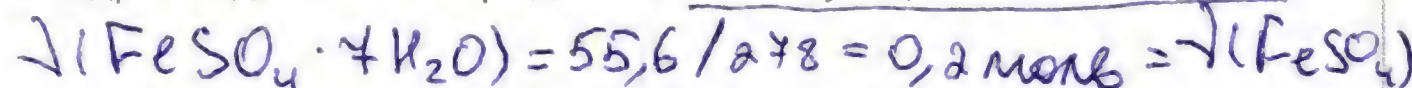
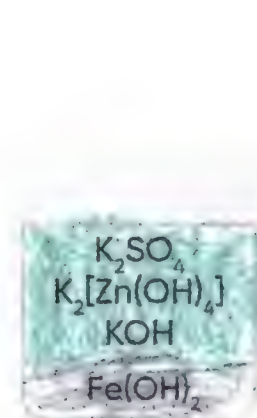
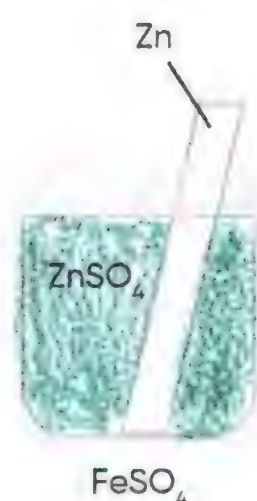
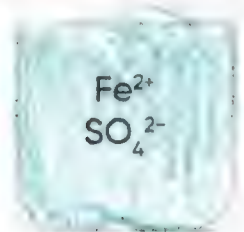
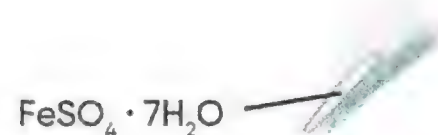
м пластины
 $200 - 64 + 216 = 352$
 $\Delta m = 152 \text{ г}$

м р-ра:
 $400 + 64 - 216 = 248 \text{ г}$

Задание 1 (КИМ 33)

55,6 г железного купороса растворили в воде и получили 10%-ный раствор. В приготовленный раствор поместили цинковую пластинку массой 20 г. В какой-то момент пластинку вынули из раствора и взвесили. Масса пластинки оказалась равна 19,1 г. К образовавшемуся раствору прилили 112 г 40%-ного раствора гидроксида калия. Определите массовую долю (в %) щелочи в полученном растворе.

Кристаллогидраты



Отв: 2,75%

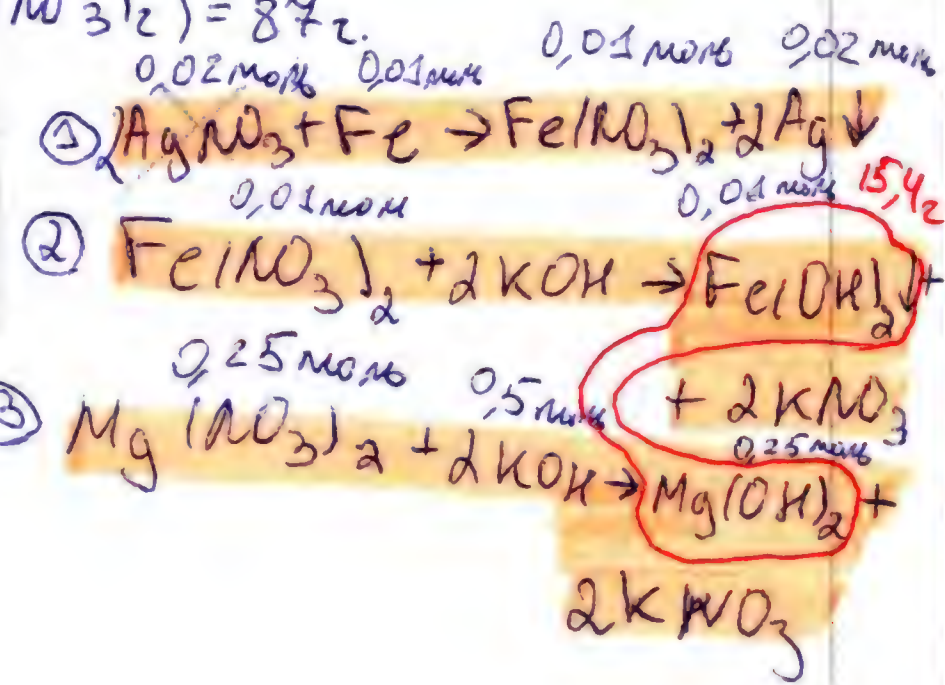
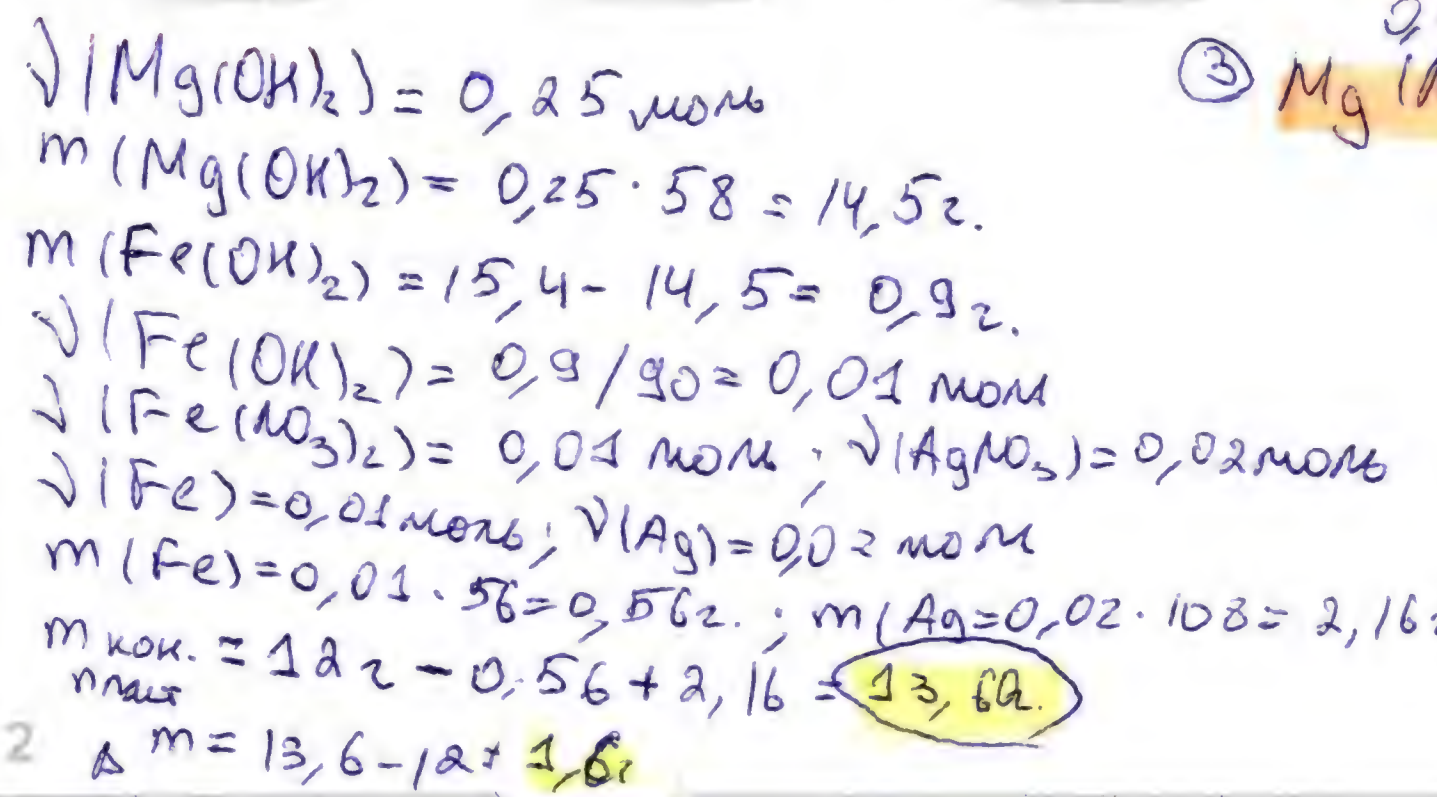
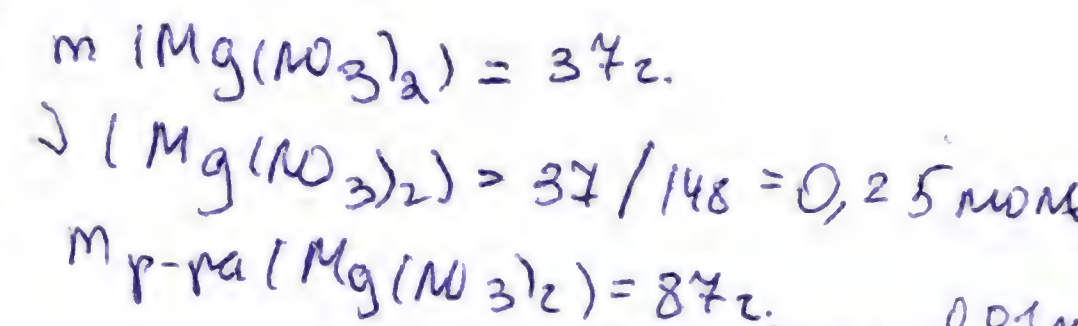
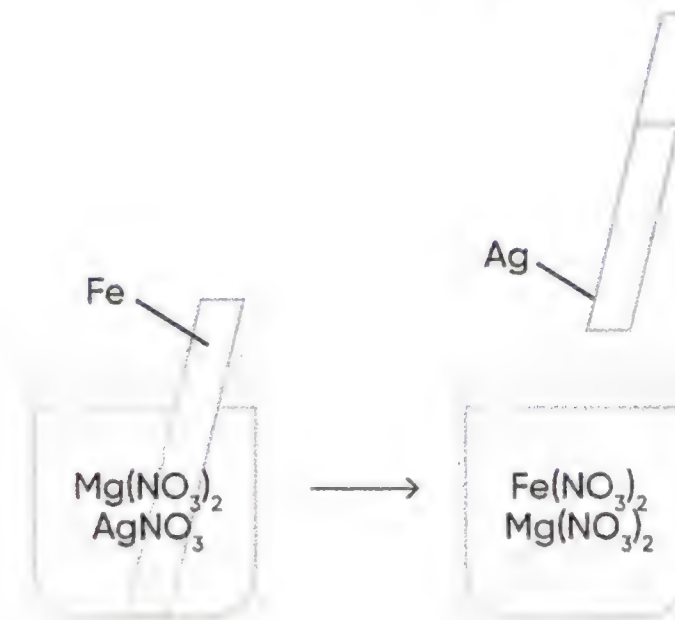
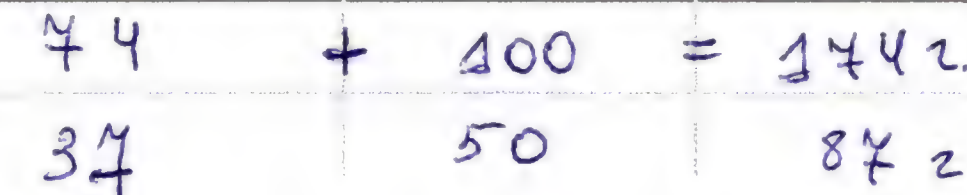
Задание 2 (КИМ 33)

Растворимость нитрата магния при некоторой температуре составляет 74 г на 100 г воды. При этой температуре приготовили насыщенный раствор, добавив необходимое количество нитрата магния к 50 мл воды. К этому раствору добавили некоторое количество нитрата серебра и затем в него поместили железную пластинку массой 12 г. После завершения реакции пластинку вынули и взвесили. К оставшемуся раствору добавили 135,14 мл (плотность 1,11 г/мл) 33,6%-ного раствора KOH. При этом выпал осадок общей массой 15,4 г, а среда полученного раствора стала щелочной. Вычислите массу пластинки (в граммах) после реакции. Вычислите массовую долю (в %) гидроксида калия в конечном растворе. Ответы округлите до сотых.



Растворимость

Масса вещества (г) Масса воды (г) Масса раствора (г)



$$m_{\text{кон}} = 87_2 + 3,4 - 1,6 + 150_2 - 15,4_2 = 223,4_2$$

р-ра

$$\gamma(\text{AgNO}_3) = 0,02 \text{ моль}$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 0,02 \cdot 170 = 3,4_2$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) = 135,14 \cdot 1,11 = 150_2$$

$$m_{\text{мх}}(\text{KOH}) = 150 \cdot 0,336 = 50,4_2$$

$$n_{\text{прореа}}(\text{KOH}) = 0,02 + 0,5 = 0,52 \text{ моль}$$

$$m_{\text{прореа}}(\text{KOH}) = 0,52 \cdot 56 = 29,12_2$$

$$m_{\text{ост}}(\text{KOH}) = 50,4 - 29,12 = 21,28_2$$

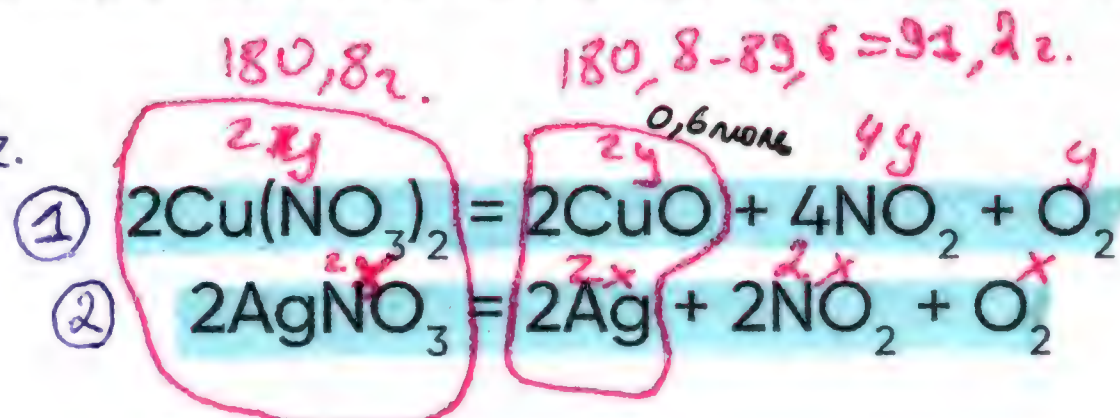
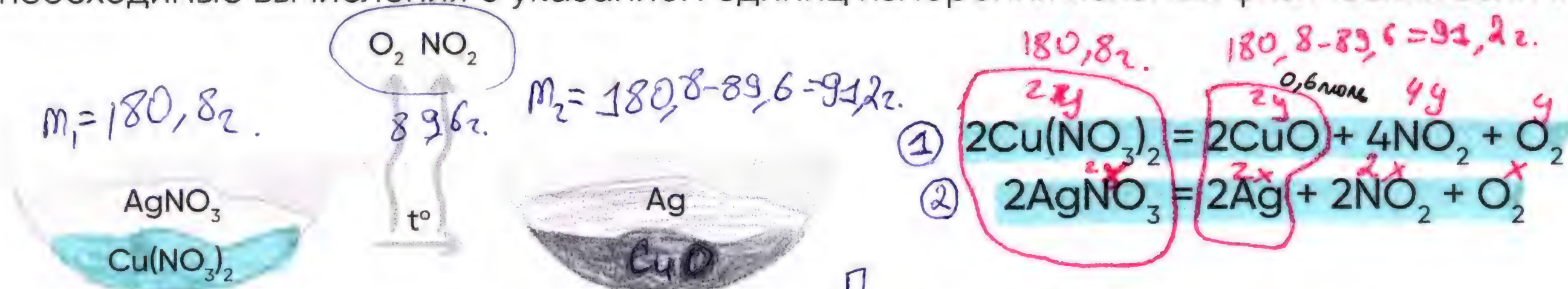
$$\omega_{\text{ост}}(\text{KOH}) = \frac{21,28}{223,4} \cdot 100\% = 9,53\%$$

Отв: 13,6, 9,53%

Задача 33: смеси

Задание 1 (33 КИМ)

Смесь нитратов серебра и меди (II) массой **180,8 г** прокалили до постоянной массы. При этом масса смеси уменьшилась на **89,6 г**. Твёрдый остаток обработали **511 г 10%-го** раствора соляной кислоты. Определите массовую долю соляной кислоты в полученном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите необходимые вычисления с указанием единиц измерения искомых физических величин.



Пусть $\nu(\text{AgNO}_3) = 2x \text{ моль}$;
 $\nu(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 2y \text{ моль}$

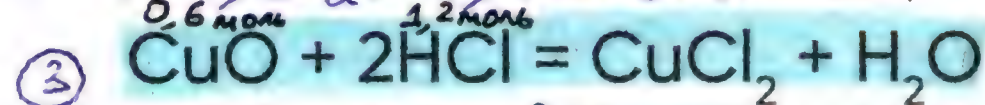
$m(\text{AgNO}_3) = 2x \cdot 170 = 340x$
 $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 2y \cdot 188 = 376y$
 $340x + 376y = 180,8$
 $\nu(\text{CuO}) = 2y \text{ моль}$
 $\nu(\text{Ag}) = 2x \text{ моль}$
 $m(\text{CuO}) = 80 \cdot 2y = 160y$
 $m(\text{Ag}) = 108 \cdot 2x = 216x$

$340x + 376y = 180,8$
 $216x + 160y = 91,2 \quad | \cdot 160$
 $1,35x + y = 0,57$
 $y = 0,57 - 1,35x$
 $340x + 376(0,57 - 1,35x) = 180,8$
 $340x + 214,32 - 507,6x = 180,8$
 $-167,6x = -33,52$
 $x = 0,2 \text{ моль}$

$y = 0,57 - 1,35 \cdot 0,2$

$y = 0,3 \text{ моль}$

$\nu(\text{CuO}) = 0,3 \cdot 2 = 0,6 \text{ моль}$



$m_{\text{вх}}(\text{HCl}) = 511 \cdot \frac{10\%}{100\%} = 51,1 \text{ г}$

$\nu_{\text{прер}}(\text{HCl}) = 1,2 \text{ моль}$

$m_{\text{прер}}(\text{HCl}) = 1,2 \cdot 36,5 = 43,8 \text{ г}$

$m_{\text{ост}}(\text{HCl}) = 51,1 - 43,8 = 7,3 \text{ г}$

$m_{\text{полн}} = 511 \text{ г} + 43,8 = 554,8 \text{ г}$

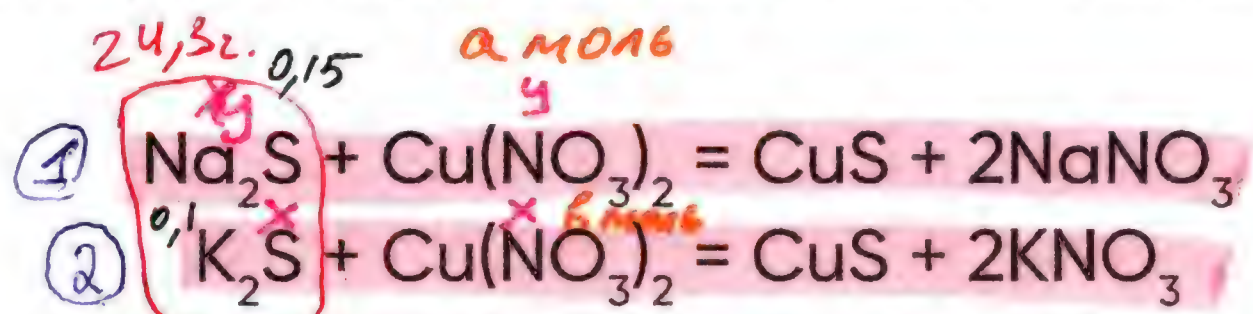
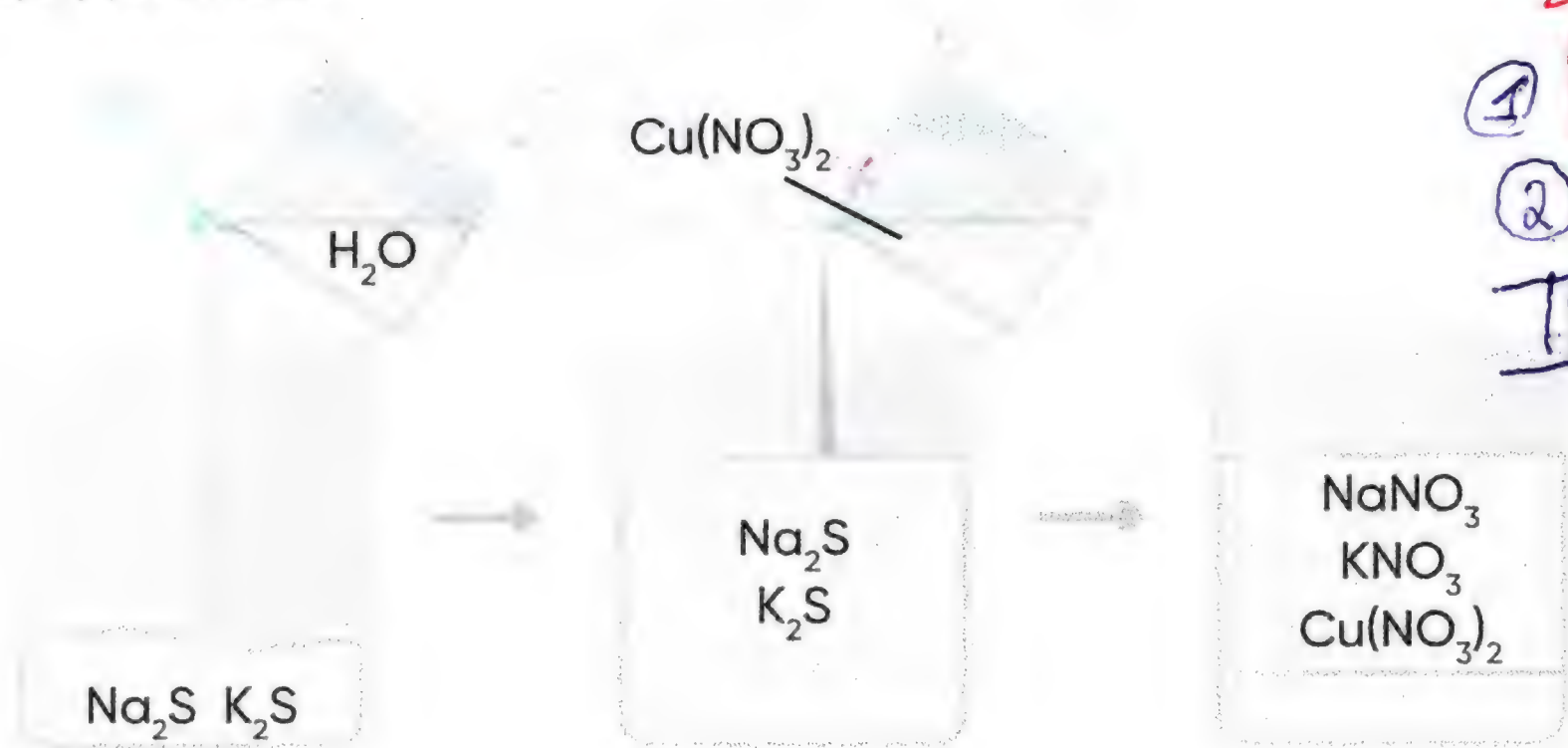
$m(\text{CuO}) = 0,6 \cdot 80 = 48 \text{ г}$

$\omega_{\text{вх}}(\text{HCl}) = \frac{7,3}{554,8} \cdot 100\% = 1,3\%$

Отв: 1,3%

Задание 2 (33 КИМ)

Навеску сульфидов калия и натрия общей массой **24,3 г** растворили в воде и к полученному раствору добавили раствор нитрата меди (II) массой **596,4 г** с массовой долей кислорода **85,31%**. После отделения осадка в фильтрат поместили железную пластинку до прекращения реакции. При этом масса пластинки изменилась на **0,4 г**. Определите состав исходной смеси солей в % по массе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите необходимые вычисления с указанием единиц измерения искомых физических величин. Промежуточные вычисления округляйте до тысячных, конечный ответ до десятых.



$$\text{II } m(\text{O}) = 596,4 \cdot 0,8531 = 508,4892$$

Пусть $\nu(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = a \text{ моль}$
 $\nu(\text{H}_2\text{O}) = b \text{ моль}$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188a \text{ г.}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 18b \text{ г.}$$

$$188a + 18b = 596,4$$

$$\nu(\text{O}) = 6a \text{ моль} - b \text{ Cu}(\text{NO}_3)_2$$

$$\nu(\text{O}) = 6 \text{ моль} - b \text{ H}_2\text{O}$$

$$m(\text{O}) = 16b \text{ г.}$$

$$m(\text{O}) = 6a \cdot 16 = 96a$$

$$\begin{cases} 96a + 16b = 508,4892 \\ 188a + 18b = 596,4 \end{cases} \quad 1:16$$

$$188a + 18b = 596,4$$

$$6a + b = 31,8$$

$$b = 31,8 - 6a$$

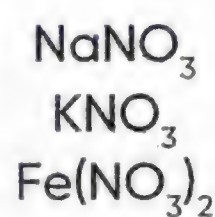
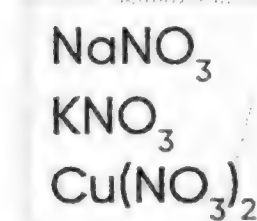
$$188a + 18(31,8 - 6a) = 596,4$$

$$188a + 572,4 - 108a = 596,4$$

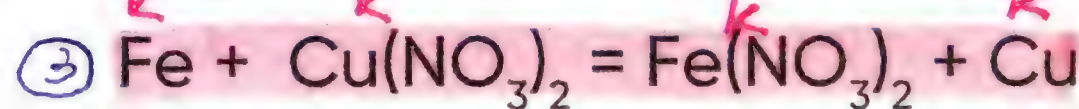
$$80a = 24$$

$$a = 0,3 \text{ моль} - \text{всего } \nu(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)$$

$$a = 0,3 \text{ моль} - \text{всего } \nu(\text{Fe})$$



$$\text{I } 0,05 \text{ моль} \quad 0,05 \text{ моль} \quad 0,05 \text{ моль} \quad 0,05 \text{ моль}$$



$$\Delta m = m(\text{Cu}) - m(\text{Fe})$$

Пусть $\nu(\text{Fe}) = \nu(\text{Cu}) = k \text{ моль}$

$$m(\text{Fe}) = 56k \text{ г.}$$

$$m(\text{Cu}) = 64k \text{ г.}$$

$$0,4 = 64k - 56k$$

$$0,4 = 8k$$

$$k = 0,05 \text{ моль}$$

$$\text{III } \text{Пусть } \nu(\text{K}_2\text{S}) = x \text{ моль}; \nu(\text{Na}_2\text{S}) = y \text{ моль}$$

$$m(\text{K}_2\text{S}) = 110x \text{ г.}$$

$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 78y \text{ г.}$$

$$\begin{cases} 110x + 78y = 24,3 \\ x + y + 0,05 = 0,3 \text{ моль} \end{cases}$$

$$x + y + 0,05 = 0,3 \text{ моль}$$

$$x + y = 0,25$$

$$y = 0,25 - x$$

$$110x + 78(0,25 - x) = 24,3$$

$$110x + 19,5 - 78x = 24,3$$

$$x = 0,15 \text{ моль}$$

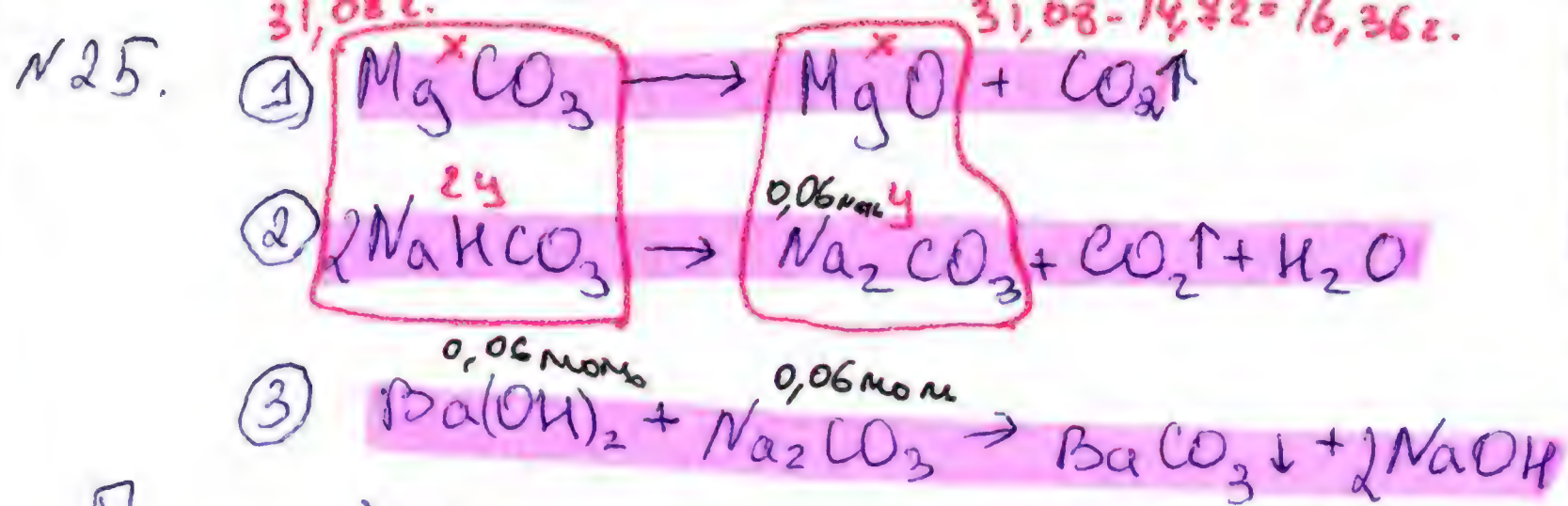
$$y = 0,25 - x = 0,25 - 0,15 = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 0,1 \cdot 78 = 7,8 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{S}) = \frac{7,8}{24,3} \cdot 100\% = 32,1\%$$

$$\omega(\text{K}_2\text{S}) = 100 - 32,1 = 67,9\%$$

Отв: $\omega(\text{Na}_2\text{S}) = 32,1\%$; $\omega(\text{K}_2\text{S}) = 67,9\%$



Пусть $\downarrow (\text{MgCO}_3) = x \text{ моль}$
 $\downarrow (\text{NaHCO}_3) = 2y \text{ моль}$

$$m(\text{MgCO}_3) = 84x \text{ г.}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = 2y \cdot 84 = 168y \text{ г.}$$

$$84x + 168y = 31,08$$

$$\downarrow (\text{MgO}) = x \text{ моль}$$

$$\downarrow (\text{Na}_2\text{CO}_3) = y \text{ моль}$$

$$m(\text{MgO}) = 40x \text{ г.}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106y \text{ г.}$$

$$40x + 106y = 16,36$$

$$\begin{cases} 84x + 168y = 31,08 & | : 84 \\ 40x + 106y = 16,36 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 84x + 168y = 31,08 & | : 84 \\ 40x + 106y = 16,36 \end{cases}$$

$$x + 2y = 0,37$$

$$x = 0,37 - 2y$$

$$40(0,37 - 2y) + 106y = 16,36$$

$$14,8 - 80y + 106y = 16,36$$

$$26y = 1,56$$

$$y = 0,06$$

$$x = 0,37 - 2 \cdot 0,06$$

$$x = 0,25$$

$$\downarrow (\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,06 \text{ моль}$$

$$m_{\text{меш}}(\text{Ba(OH)}_2) = 171 \cdot \frac{10\%}{100\%} = 17,1 \text{ г.}$$

$$\downarrow \text{мол}(\text{Ba(OH)}_2) = 0,06 \text{ моль}$$

$$m_{\text{мол}}(\text{Ba(OH)}_2) = 0,06 \cdot 171 = 10,26 \text{ г.}$$

$$m_{\text{ост}}(\text{Ba(OH)}_2) = 17,1 - 10,26 = 6,84 \text{ г.}$$

$$m_{\text{кон}} = 17,1 + 6,36 - 11,82 = 165,54 \text{ г.}$$

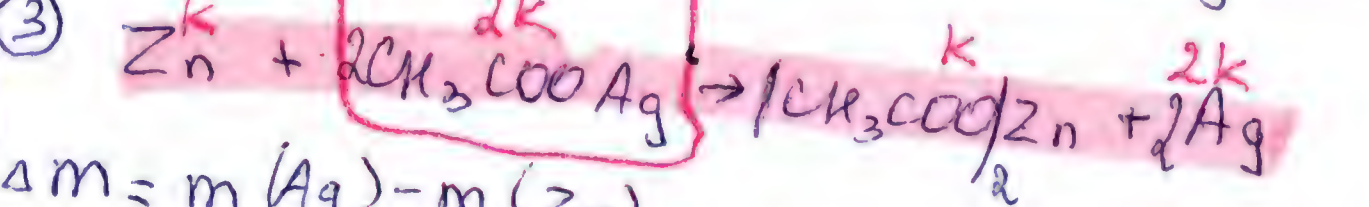
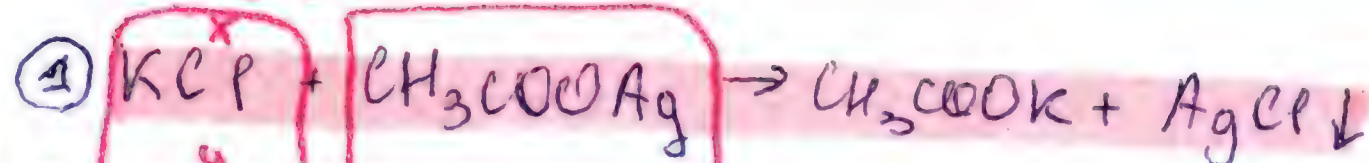
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,06 \cdot 106 = 6,36 \text{ г.}; \downarrow (\text{BaCO}_3) = 0,06 \text{ моль}$$

$$m(\text{BaCO}_3) = 0,06 \cdot 197 = 11,82 \text{ г.}$$

$$w(\text{Ba(OH)}_2) = \frac{6,84}{165,54} \cdot 100\% = 4,13\%$$

$$\text{Отв: } 4,13\%$$

№26. 50г.



$$\Delta m = m(\text{Ag}) - m(\text{Zn})$$

$$\text{Пусть } \downarrow (\text{Zn}) = k, \downarrow (\text{Ag}) = 2k$$

$$m(\text{Zn}) = 65k \text{ г.}$$

$$m(\text{Ag}) = 108 \cdot 2 = 216k \text{ г.}$$

$$15,1 = 216k - 65k$$

$$15,1 = 151k$$

$$k = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ моль} - \downarrow (\text{CH}_3\text{COOAg})$$

$$m(\text{H}) = 320 \cdot \frac{6,25\%}{100\%} = 20 \text{ г.}$$

$$\text{Пусть } \downarrow \text{объ}(\text{CH}_3\text{COOAg}) = a \text{ моль}; \downarrow (\text{H}_2\text{O}) = b \text{ моль}$$

$$m_{\text{объ}}(\text{CH}_3\text{COOAg}) = 164a \text{ г.}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 18b \text{ г.}$$

$$164a + 18b = 320$$

$$\downarrow (\text{H}) = 3a \text{ моль} - 6 \text{ CH}_3\text{COOAg}$$

$$m(\text{H}) = 3a \cdot 1 = 3a$$

$$\begin{cases} 3a + 2b = 20 & | : 2 \\ 164a + 18b = 320 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3a + 2b = 20 & | : 2 \\ 164a + 18b = 320 \end{cases}$$

$$1,5a + b = 10$$

$$b = 10 - 1,5a$$

$$164a + 18(10 - 1,5a) = 320$$

$$164a + 180 - 27a = 320$$

$$140a = 140$$

$$a = 1 \text{ моль} - \text{всего } \downarrow (\text{CH}_3\text{COOAg})$$

$$b = 10 - 1,5 \cdot 1$$

$$b = 8,5 \text{ моль}$$

$$\text{Пусть } \downarrow (\text{KCl}) = x \text{ моль}; \downarrow (\text{NaCl}) = y \text{ моль};$$

$$m(\text{KCl}) = 74,5x \text{ г.}$$

$$m(\text{NaCl}) = 58,5y \text{ г.}$$

$$\begin{cases} 74,5x + 58,5y = 50 \\ x + y + 0,2 = 1 \end{cases}$$

$$x + y + 0,2 = 1$$

$$x + y = 0,8$$

$$y = 0,8 - x$$

$$74,5x + 58,5(0,8 - x) = 50$$

$$74,5x + 46,8 - 58,5x = 50$$

$$16x = 3,2$$

$$x = 0,2 \text{ моль}$$

$$y = 0,65 - 0,2 = 0,45 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaCl}) = 58,5 \cdot 0,45 = 26,325 \text{ г.}$$

$$w(\text{NaCl}) = \frac{26,325}{50} \cdot 100\% = 52,65\%$$

$$w(\text{KCl}) = 100\% - 52,65\% = 47,35\%$$

$$\text{Отв: } w(\text{KCl}) = 47,35\%; w(\text{NaCl}) = 52,65\%$$

ПРО-вебинар

Задание 1 (КИМ 33)

Свинцовый сахар $((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ массой **37,9 г** растворили в некотором количестве воды и получили при этом раствор, соотношение атомов свинца и водорода в котором составляет **1:52** соответственно. В полученный раствор поместили цинковую пластинку и вынули ее в тот момент, когда масса ацетата свинца (II) уменьшилась на **20%**. После этого к образовавшемуся раствору прилили **63,8 г 50%-ного** раствора йодида цинка. Определите массовую долю (в %) ацетата цинка в полученном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

1 способ – через количество вещества

$$\nu((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 37,9 / 379 = 0,1 \text{ моль}$$

$$\frac{N(\text{Pb})}{N(\text{O})} = \frac{1}{52} = \frac{\nu(\text{Pb})}{\nu(\text{O})}$$

$$\nu((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Pb}) = \nu((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}) = 6 \cdot 0,1 = 0,6 \text{ моль в } (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$$

Пусть $\nu(\text{H}) = x \text{ моль в } \text{H}_2\text{O}$

$$\nu(\text{Pb}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{общ}}(\text{H}) = 0,6 + x \text{ моль}$$

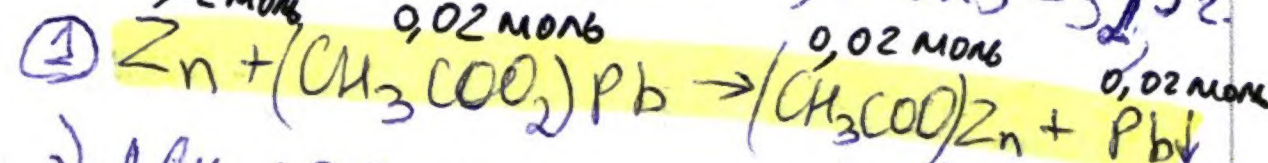
$$\frac{0,1}{0,6+x} = \frac{1}{52}$$

$$0,6+x=5,2$$

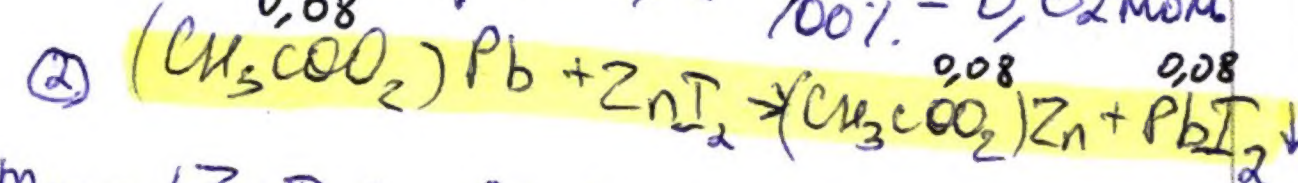
$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 4,6 \text{ моль} - \nu(\text{H})$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 4,6 \cdot 18 = 82,8 \text{ г}$$

$$m((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = 0,1 \cdot 325 = 32,5 \text{ г}$$



$$\nu((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = 0,1 \cdot \frac{20\%}{100\%} = 0,02 \text{ моль}$$



$$m_{\text{мех}}(\text{ZnI}_2) = 63,8 \cdot 0,5 = 31,9 \text{ г}$$

$$\nu(\text{ZnI}_2) = 31,9 / 319 = 0,1 \text{ моль} - \text{избыток}$$

$$\nu((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = 0,1 - 0,02 = 0,08 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{общ}}((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m_{\text{общ}}((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}) = 0,1 \cdot 183 = 18,3 \text{ г}$$

2 способ – через массы

	Соль	Вода	Кристаллогидрат
молярная масса, г/моль	325	54	379
масса, г			37,9

ZnI₂

$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$
 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$

→

$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$
 ZnI_2
 PbI_2

Отв: 18,68%

$$m_{\text{мех}} = 32,5 + 1,3 + 63,8 - 4,14 - 36,88 = 94,98 \text{ г}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,02 \cdot 65 = 1,3 \text{ г}$$

$$m(\text{Pb}) = 0,02 \cdot 207 = 4,14 \text{ г}$$

$$m(\text{PbI}_2) = 0,08 \cdot 461 = 36,88 \text{ г}$$

$$w((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}) = \frac{18,3}{94,98} \cdot 100\% = 19,17\%$$

Задание 2 (КИМ 17)

Из предложенного перечня выберите все реакции, которые являются окислительно-восстановительными. Запишите номера выбранных ответов.



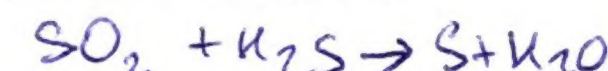
1. взаимодействие оксида железа (II) с кислородом $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HCl} \uparrow$

2. взаимодействие концентрированной серной кислоты с хлоридом натрия

3. взаимодействие хлорида аммония и нитрита натрия $\text{MnCl}_2 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

4. взаимодействие оксида кремния(IV) с карбонатом натрия $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$

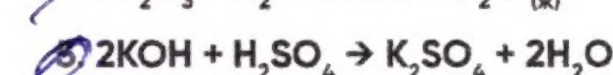
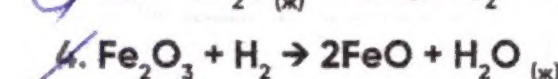
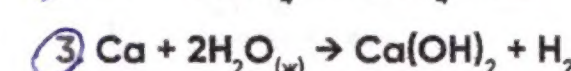
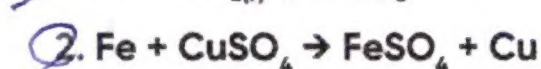
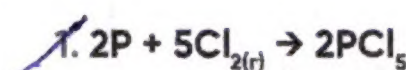
5. взаимодействие оксида серы(IV) с сероводородом



Ответ: 135

Задание 3 (КИМ 18)

Из предложенного перечня выберите все реакции, для которых увеличение давления не приводит к увеличению скорости реакции. Запишите номера выбранных ответов.

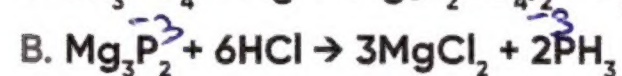
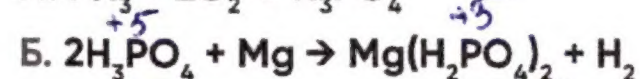
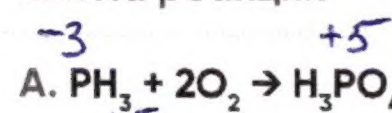


Ответ: 235

Задание 4 (КИМ 19)

Установите соответствие между уравнением реакции и свойством атома фосфора в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Схема реакции



Свойство фосфора

1. только окислитель

2. только восстановитель

3. и окислитель, и восстановитель

4. не проявляет окислительно-восстановительных свойств

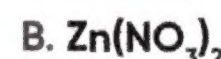
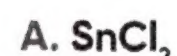
Ответ:

А Б В
2 4 4

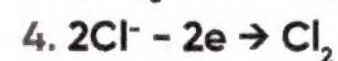
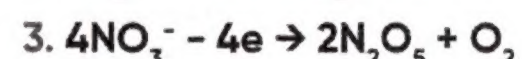
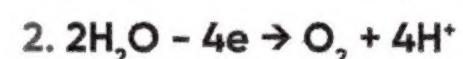
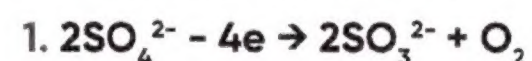
Задание 5 (КИМ 20)

Установите соответствие между формулой соли и уравнением процесса, протекающего на аноде в ходе электролиза её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. В ответ запишите цифры в соответствующей последовательности без пробелов и знаков препинания.

Формула соли



Уравнение процесса



Ответ:

А Б В
4 2 2

Задание 6 (КИМ 21)

Для выполнения задания используйте следующие справочные данные:

Концентрация (молярная, моль/л) показывает отношение количества растворённого вещества (n) к объёму раствора (V).

pH («пэ аш») – водородный показатель; величина, которая отражает концентрацию ионов водорода в растворе и используется для характеристики кислотности среды.

Для веществ, приведенных в перечне, определите характер среды их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию (моль/л). Запишите номера веществ в порядке понижения значения pH их водных растворов.

- сульфит калия K_2SO_3 *щел.*
- гидроксид натрия NaOH *щел.*
- нитрат кальция $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ *нейтр.*
- бромид железа (II) FeBr_2 *кисл.*

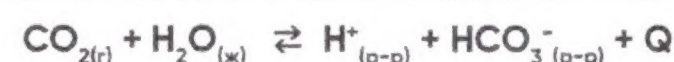
Шкала pH водных растворов электролитов



Ответ: 2 → 1 → 3 → 4

Задание 7 (КИМ 22)

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и направлением смещения химического равновесия в результате этого воздействия. К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Уловите свое

Воздействие

A. добавление соляной кислоты

Б. повышение давления

В. добавление твердого гидрокарбоната аммония

Г. повышение температуры

Направление смещения химического равновесия

1. смещается в сторону прямой реакции

2. смещается в сторону обратной реакции

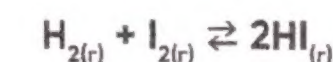
3. практически не смещается

Ответ:

А Б В Г
2 1 2 2

Задание 8 (КИМ 23)

В реактор с постоянным объемом (2 л) поместили некоторое количество газообразных водорода и йода. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите количество вещества, находящегося в равновесии I_2 (X), и исходное количество вещества H_2 (Y).

Ответ:

X Y
3 5

Выберите из списка номера правильных вариантов ответа:

1. 0,8 моль

2. 1,4 моль

3. 1,0 моль

4. 0,4 моль

5. 1,2 моль

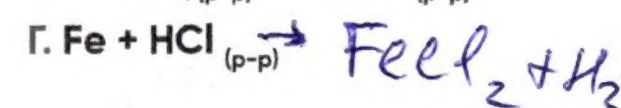
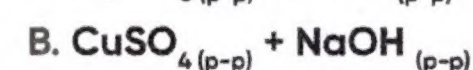
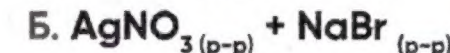
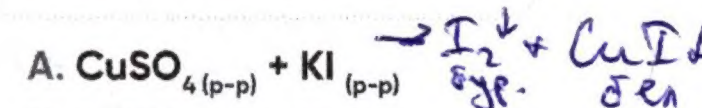
6. 1,3 моль

Реагент	H_2	I_2	HI
Исходная концентрация, моль/л		0,6	
Равновесная концентрация, моль/л	0,5		0,2

Задание 9 (КИМ 24)

Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком(-ами) протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Реагирующие вещества



Признак реакции

1. выпадение голубого осадка

2. выпадение бурого и светлого осадков

3. растворение осадка и выделение бесцветного газа

4. выпадение желтоватого осадка

5. видимых признаков реакции нет

Ответ:

А Б В Г
2 4 1 3

Задание 10 (КИМ 25)

Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вещество

A. поваренная соль

Б. нитрат лития

В. марганцовка

Область применения

1. антисептическое средство

2. производство стекла

3. пиротехника

4. приготовление изотонического раствора

Ответ:

А Б В
4 3 1

Задача 33. Комбинированные задачи.

Задание 1 (33 КИМ)

Растворимость медного купороса при некоторой температуре составляет 25 г на 100 г воды. При этой температуре приготовили насыщенный раствор, добавив необходимое количество медного купороса к 400 мл воды. Через полученный раствор пропускали электрический ток до тех пор, пока не выделилась смесь газов, в которой соотношение числа атомов водорода к числу атомов кислорода составило 2:3. В образовавшийся раствор поместили цинковую пластинку до окончания протекания реакции. Вычислите массовую долю соли (в %) в конечном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Растворимость вещества

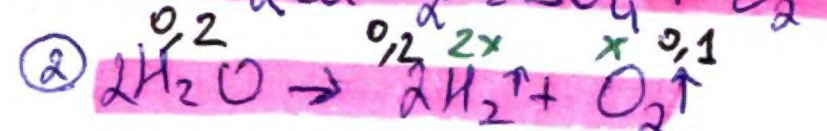
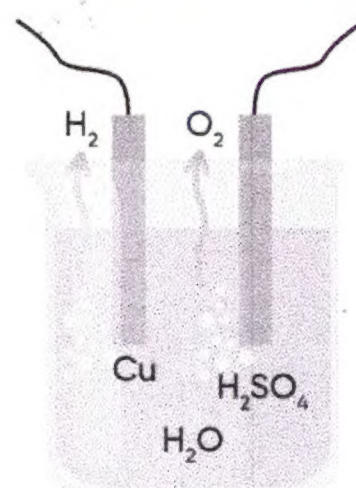
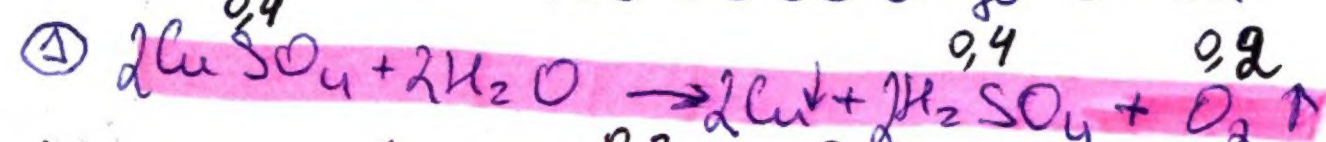
- масса вещества в насыщенном растворе на 100 г растворителя (воды) – Внимательно смотрим какого вещества. **Обратите внимание!**
- зависит от температуры

Масса вещества (г) Медного купороса! ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	Масса воды (г) Плотность воды 1 г/мл	Масса раствора (г)
25	100	125
100	400	500

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{25 \cdot 400}{100} = 100 \text{ г}$$

$$\nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{CuSO}_4) = 100 / 250 = 0,4 \text{ моль}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 100 + 400 = 500 \text{ г}$$



$$\frac{N(\text{H})}{N(\text{O})} = \frac{2}{3} = \frac{\nu(\text{H})}{\nu(\text{O})} = \frac{2}{3}$$

$$\text{Пусть } \nu(\text{O}_2) = x \text{ моль, } \nu(\text{H}_2) = 2x \text{ моль}$$

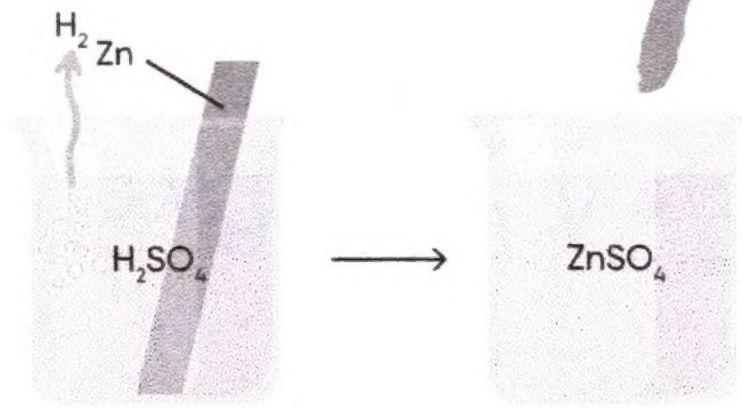
$$\nu(\text{H}) = 2x \cdot 2 = 4x \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CuSO}_4) = (0,4 + x) \cdot 2 = 0,4 + 2x \text{ моль} = 2x + 0,4 \text{ моль}$$

$$\frac{4x}{2x + 0,4} = \frac{2}{3}$$

$$4x + 0,8 = 12x$$

$$x = 0,1 \text{ моль}$$



$$m_{\text{р-ра}} = 500 - 6,4 - 0,4 \cdot 32 = 464,4 \text{ г}$$

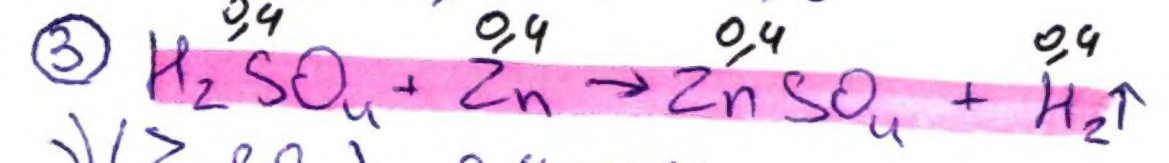
$$m(\text{O}_2) = 0,2 \cdot 32 = 6,4 \text{ г}$$

$$\nu(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль; } \nu(\text{O}_2) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ г; } m(\text{O}_2) = 0,1 \cdot 32 = 3,2 \text{ г}$$

$$\nu(\text{Cu}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,4 \cdot 64 = 25,6 \text{ г}$$



$$\nu(\text{ZnSO}_4) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{ZnSO}_4) = 0,4 \cdot 161 = 64,4 \text{ г}$$

$$\nu(\text{H}_2) = 0,4 \text{ моль; } m(\text{H}_2) = 0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ г}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,4 \cdot 65 = 26 \text{ г}$$

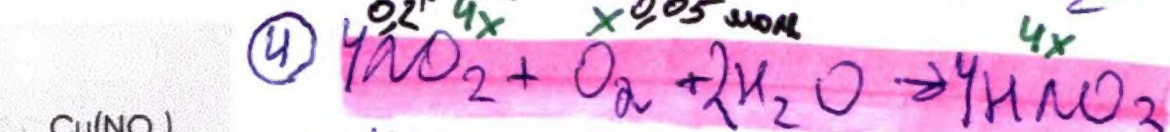
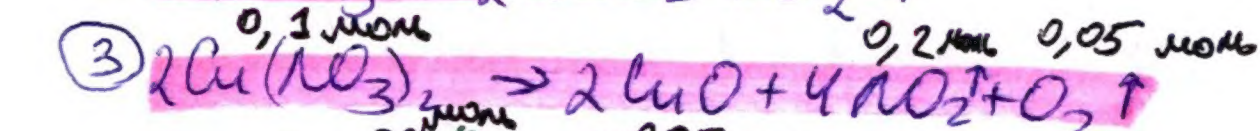
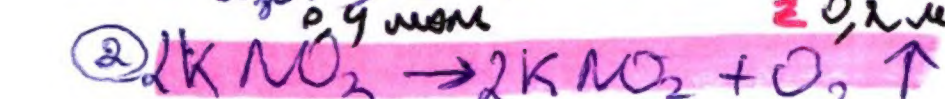
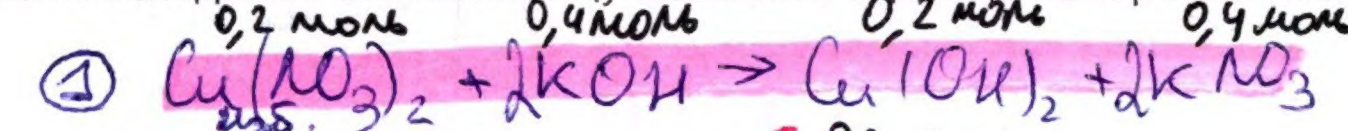
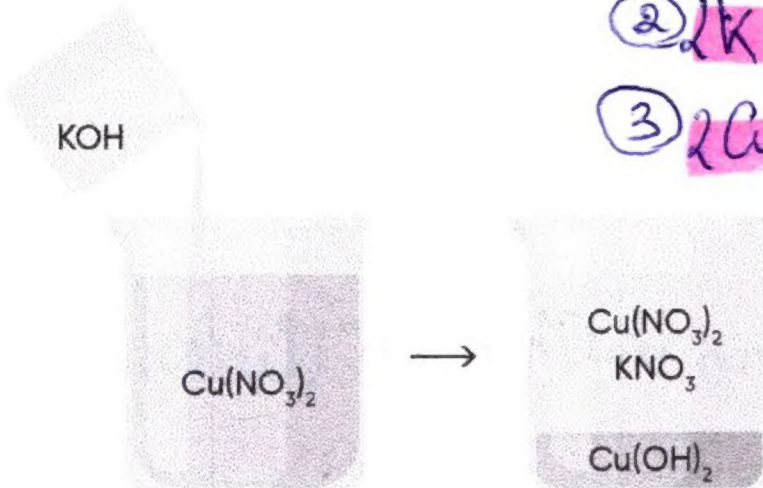
$$m_{\text{р-ра}} = 464,4 + 26 - 0,8 = 489,6 \text{ г}$$

$$\omega(\text{ZnSO}_4) = \frac{64,4}{489,6} \cdot 100\% = 13,15\%$$

$$\text{Отв: } 13,15\%$$

Задание 2 (33 КИМ)

Смешали 10%-ный раствор нитрата меди (II) и раствор гидроксида калия с такой же массовой долей. Образовавшийся осадок отделили, а фильтрат выпарили и затем прокалили до постоянной массы. Выделившиеся газы пропустили через 115,2 мл воды и получили раствор некоторого вещества с массовой долей 10%, при этом объем газов уменьшился в 2,25 раза. Определите массу фильтрата, образовавшегося после смешивания двух исходных растворов и отделения осадка. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).



$$m(\text{H}_2\text{O}) = 115,2 \cdot 1 = 115,2 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HNO}_3) = 10\% = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$$

$$\text{Пусть } \nu(\text{O}_2) = x \text{ моль}$$

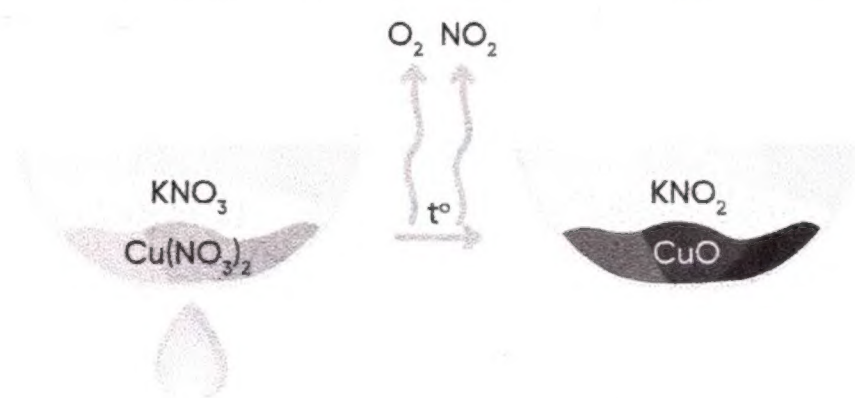
$$m(\text{HNO}_3) = 4x \cdot 63 = 252x \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 115,2 + 4x \cdot 46 + x \cdot 32 = 115,2 + 216x \text{ г}$$

$$0,1 = \frac{252x}{115,2 + 216x}$$

$$14,52 + 21,6x = 252x$$

$$x = 0,05 \text{ моль} = \nu(\text{O}_2)$$



$$\frac{V_2(\text{O}_2) + V_3(\text{O}_2) + V_3(\text{NO}_2)}{V_2(\text{O}_2)} = 2,25$$

$$\frac{V_2(\text{O}_2) + V_3(\text{O}_2) + V_3(\text{NO}_2)}{V_2(\text{O}_2)} = 2,25$$

Пусть $V_2(\text{O}_2) = z \text{ моль}$.

$$\frac{z + 0,05 + 0,9}{z} = 2,25$$

$$2,25z = z + 0,05 + 0,9$$

$$1,25z = 0,95$$

$$z = 0,2 \text{ моль}$$

$$m_{\text{рас.}}(\text{KOH}) = 0,4 \cdot 56 = 22,4 \text{ г}$$

$$m_{\text{рас.}}(\text{KOH}) = 22,4 / 0,1 = 224 \text{ г}$$

$$V_{\text{рас.}}(\text{Cu(NO}_3)_2) = 0,3 \text{ моль}$$

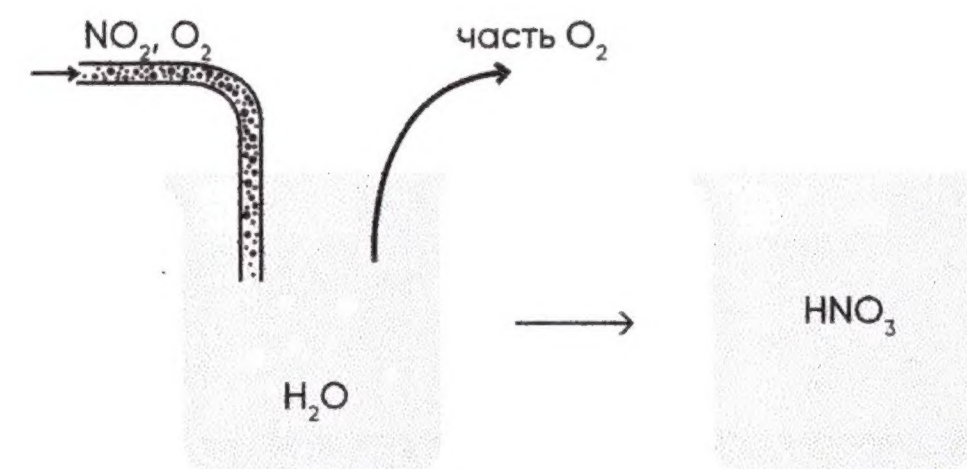
$$m(\text{Cu(NO}_3)_2) = 0,3 \cdot 188 = 56,4 \text{ г}$$

$$m_{\text{рас.}}(\text{Cu(NO}_3)_2) = 56 / 0,1 = 564 \text{ г}$$

$$m(\text{Cu(OH)}_2) = 0,2 \text{ моль} \cdot 98 = 19,6 \text{ г}$$

$$m_{\text{рас.}} = 224 + 564 - 19,6 = 768,4 \text{ г}$$

$$m_{\text{рас.}} = m_{\text{рас.}}(\text{Cu(NO}_3)_2) + m_{\text{рас.}}(\text{KOH}) - m(\text{Cu(OH)}_2)$$



$$22,4 - 10\% \\ X - 100\% \\ X = 224 \text{ г}$$